

قسم اسكان ادارة المنزل
مسار التصميم الداخلي والأثاث



جامعة الملك عبدالعزيز
كلية الاقتصاد المنزلي

"نظم التحكم البيئي في الصوت"

نظم التحكم البيئي HHM-316- BAR

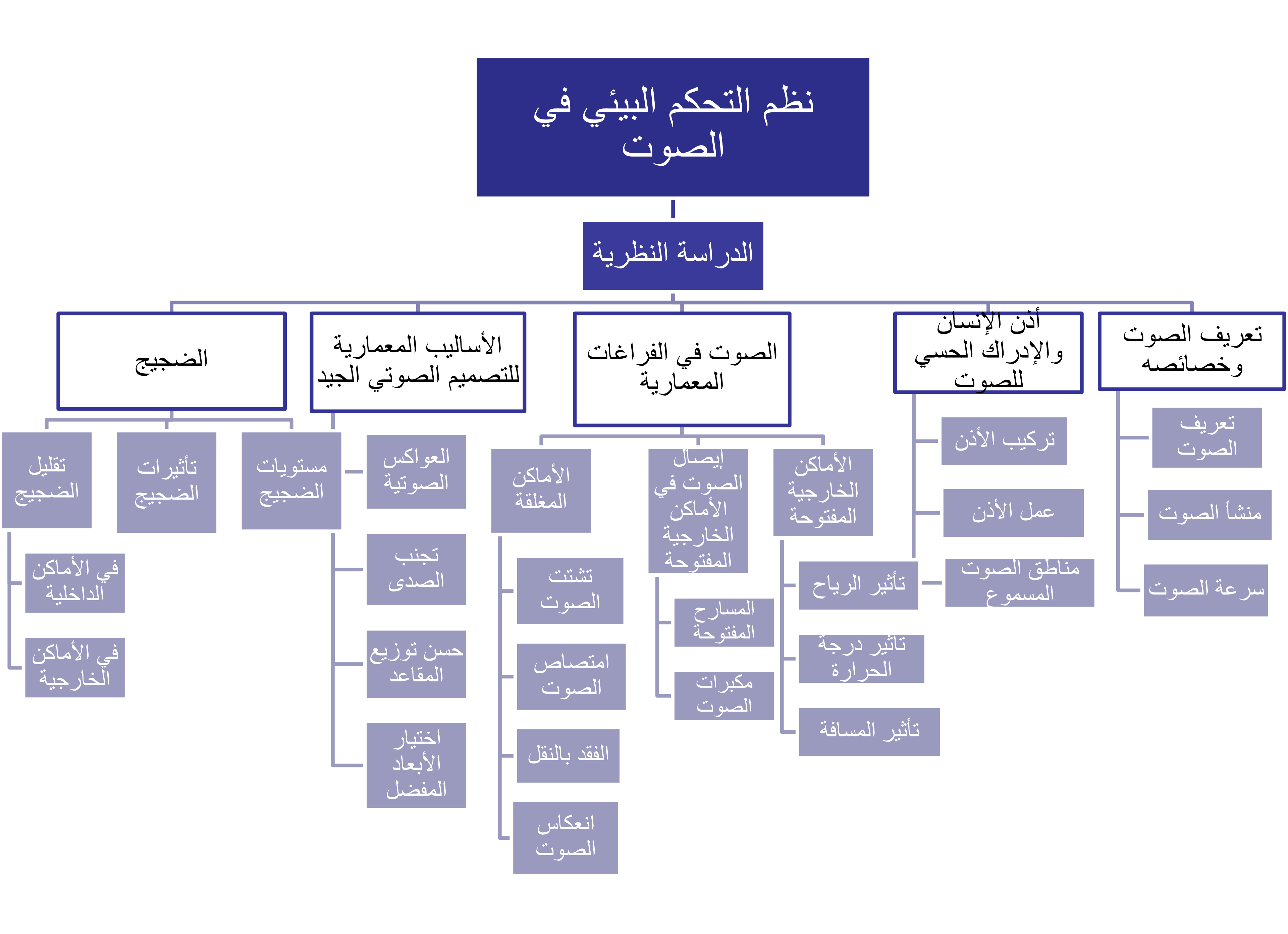
إشراف:

م. شيماء نصير

اعداد الطالبات:

أمجاد الجدعاني١١٣٤٢٠٩ بشاير الزهراني ١٢٣٦٤٥٢ روان البورنو ١٢٣٢٤٧٠ روان اللهبي ١٢٣٢١٢٣
ساره اليافعي ١٢٣٢١٥٠ عبير بابور ١٢٣٢٨١١ فاطمة عطار ١٢٣٢٧٣٧ مرام السفري ١٢٣٢٧٣٥

الفصل الدراسي الأول ١٤٣٤هـ -١٤٣٥هـ



نظم التحكم البيئي في الصوت
الدراسة النظرية
تعريف الصوت وخصائصه
أذن الإنسان والإدراك الحسي للصوت
الصوت في الفراغات المعمارية
الأساليب المعمارية للتصميم الصوتي الجيد
الضجيج
تعريف الصوت
منشأ الصوت
سرعة الصوت
تركيب الأذن
عمل الأذن
مناطق الصوت المسموع
الأماكن الخارجية المفتوحة
تأثير الرياح
تأثير درجة الحرارة
تأثير المسافة
إيصال الصوت في الأماكن الخارجية المفتوحة
المسارح المفتوحة
مكبرات الصوت
الأماكن المغلقة
تشتت الصوت
امتصاص الصوت
الفقد بالنقل
انعكاس الصوت
العواكس الصوتية
تجنب الصدى
حسن توزيع المقاعد
اختيار الأبعاد المفضل
مستويات الضجيج
تأثيرات الضجيج
تقليل الضجيج
في الأماكن الداخلية
في الأماكن الخارجية

١٠١٠١ تعريف الصوت[١]

هو أي إحساس يمكن لأذن الإنسان أن تستقبله

ANY SENATION PERCEPTIBLE TO HUMANING

أما التعريف الحديث للصوت فهو طريقة تمرير الطاقة من خلال الهواء وأي وسط مرن آخر على شكل موجات ضغطية حيث أن الطاقة تتحول باستمرار و بسرعة من شكل إلى آخر وبشكل عام من الطاقة الحركية إلى الطاقة الوضعية.

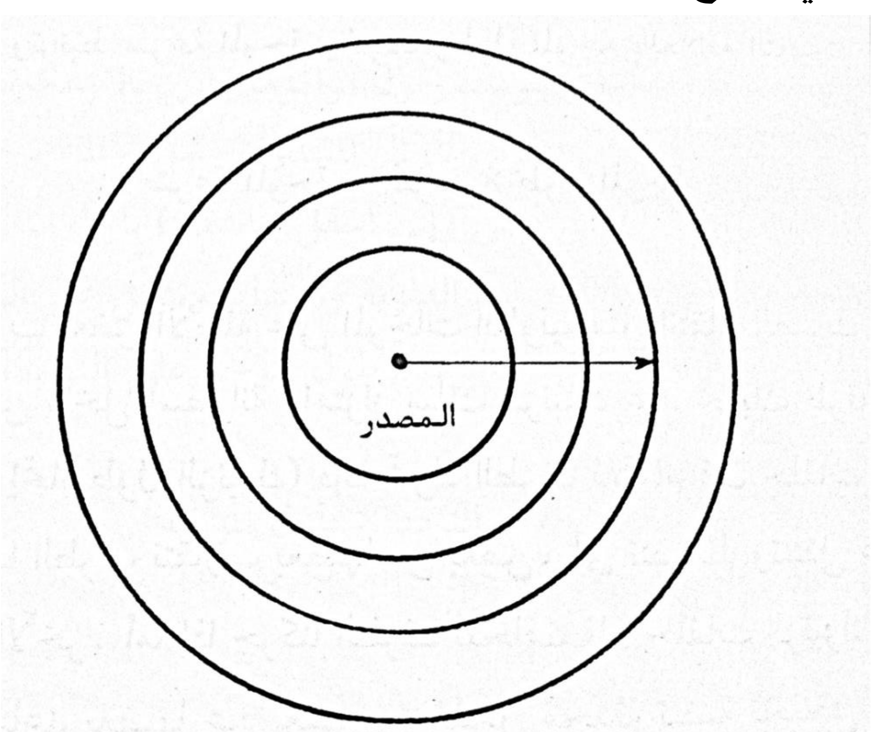
توليد الصوت:

والمصدر هو جسم فيزيائي يهتز بفعل مصدر طاقة خارجي، أما الوسط اللازم لانتقال الصوت قد يكون وسطا غازياً (الهواء) أو وسطا صلباً (الحديد)، أما المستقبل فهو عبارة عن أذن الإنسان أو أس جهاز الكتروني يستخدم لاستقبال الصوت.

(١) شبكة المهندسين العرب www.arab-eng.org

٢٠١٠١ منشأ الصوت[١]

ينشا الصوت من الاهتزازات و معنى الاهتزاز تلك الحركة المنتظمة السريعة ذهابا وإيابا. والاهتزازات التي ينشأ عنها الصوت تسبب اهتزازا وتموجات في الهواء، وتنتشر هذه التموجات في الهواء في جميع الاتجاهات من مركز الصوت.



شكل (١) :انتقال الصوت في موجات كروية حول المصدر[١]

(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)

٣٠١٠١ سرعة الصوت[١]

من المعلوم ان الصوت لا ينتقل الى الاذن الا من خلال وسط يربط بين مولد الصوت والمستقبل له . لذلك يجب أن تتوفر في الوسط الناقل للصوت خاصيتان .

الخاصية الاولى :	**الخاصية الثانية :**
هي مرونة الوسط ، أي يجب ان يكون الوسط مرنا ، وبالتالي قادرا على العودة إلى حالته الطبيعية بعد زوال اثر الاهتزازات الصوتية .	فهي كتلة الوسط ، أي يجب أن يكون للوسط الناقل كثافة ، كم أن سرعة الصوت تعتمد على طبيعة الوسط لذلك فهي اسرع في الوسط الأكثف كالماء والحديد منها في الهواء .

(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)

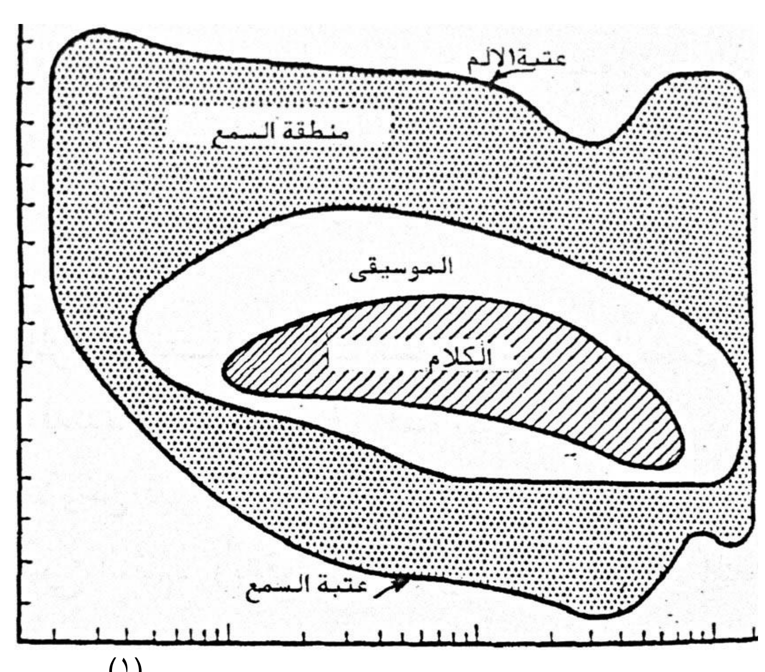
٣٠٢٠١ مناطق الصوت المسموع[١]

قسم المتخصصون منطقة الصوت المسموع إلى ثلاث مناطق: منطقة الكلام ومنطقة الموسيقى ومنطقة الضوضاء.

١- منطقة الكلام : ٩٥% من الكلام يقع تحت التردد ١٠٠ هيرتز أما الباقي وهو ٥% فيقع في الترددات العالية ، وهو ما يميز نبرات الصوت ووضوحه.

٢- منطقة الموسيقى : منطقة الموسيقى كبيرة عن منطقة الكلام حيث يبدأ ترددها من حوالي ٤ هيرتز وتمتد إلى ١٤٠٠ هيرتز.

٣- منطقة الضوضاء : وهي غير محددة وذلك لأن الضوضاء هو الصوت غير المرغوب فيه.



شكل (٣): المناطق السمعية المختلفة[١]

(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)

٣٠١ الصوت في الفراغات المعمارية

١٠٣٠١ الصوت في الاماكن المفتوحة[١]

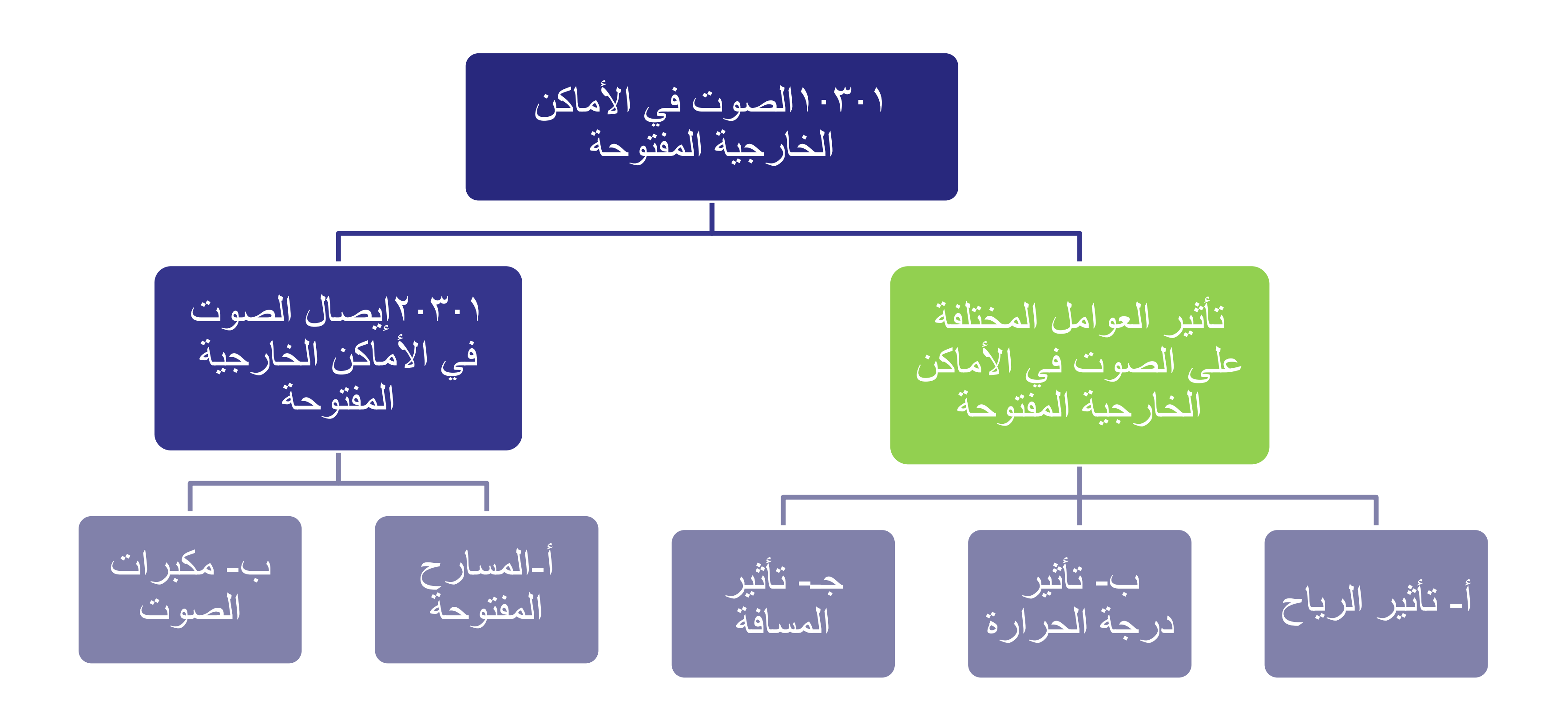
الأماكن المفتوحة هي الفراغات المعمارية الواسعة والتي لا يعترضها عارض مثل الساحات الخضراء الفسيحة والميادين الواسعة وفي الصحراء، وكذلك في المدرجات المفتوحة وغيرها. وفي الأماكن المفتوحة ينتشر الصوت انتشارا متساويا، حيث تقل شدته كلما ابتعدنا عن مصدر الصوت، أي تعتمد شدة الصوت على بعده من المصدر، وكذلك على الظروف البيئية في الفراغات المفتوحة مثل تأثير الرياح ودرجة الرطوبة وامتصاص الصوت في الهواء...الخ. وسنتناول تأثير هذه العوامل على الصوت ، وكذلك الاعتبارات الصوتية التي يجب مراعاتها عند تصميم الصوتيات في الأماكن المفتوحة.



شكل(٤) صورة لساحة خضراء[١]

(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)

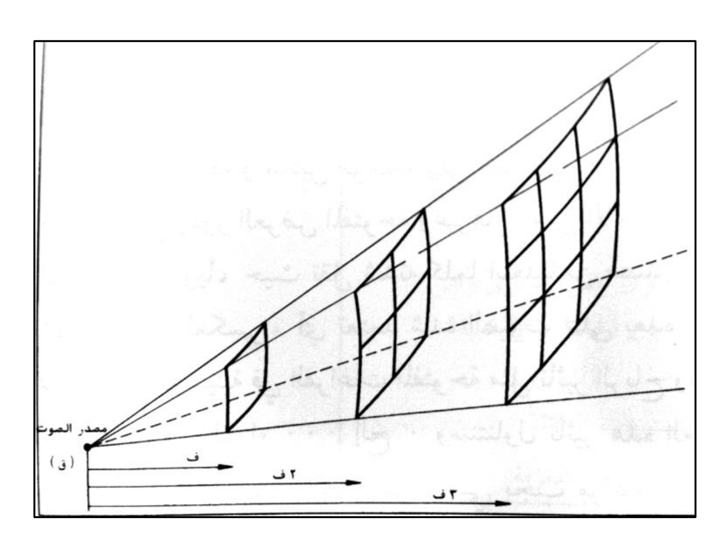
المصدر:(١) **ar.wikipedia.org**



١٠٣٠١الصوت في الأماكن الخارجية المفتوحة
٢٠٣٠١إيصال الصوت في الأماكن الخارجية المفتوحة
تأثير العوامل المختلفة على الصوت في الأماكن الخارجية المفتوحة
ب- مكبرات الصوت
أ-المسارح المفتوحة
جـ- تأثير المسافة
ب- تأثير درجة الحرارة
أ- تأثير الرياح

أ- تأثير المسافة على شدة الصوت[١]

شدة الصوت تقل الربع عندما تتضاعف المسافة



شكل (٥) انتشار الصوت مع المسافة لمصدر صوتي نقطي (قانون التربيع العكسي)[١]

ب - تأثير درجة الحرارة

للهواء خواصه الفيزيائية المعروفة والتي يتأثر الصوت بها. فتزداد سرعة الصوت كلما إزدادت درجة الحرارة، وتقل سرعة الصوت عندما يزيد الارتفاع حيث يقابل الشعاع الصوتي المتجه إلى أعلى طبقات من الهواء باردة نسبياً فتقل سرعة انتشار الموجات الصوتية.

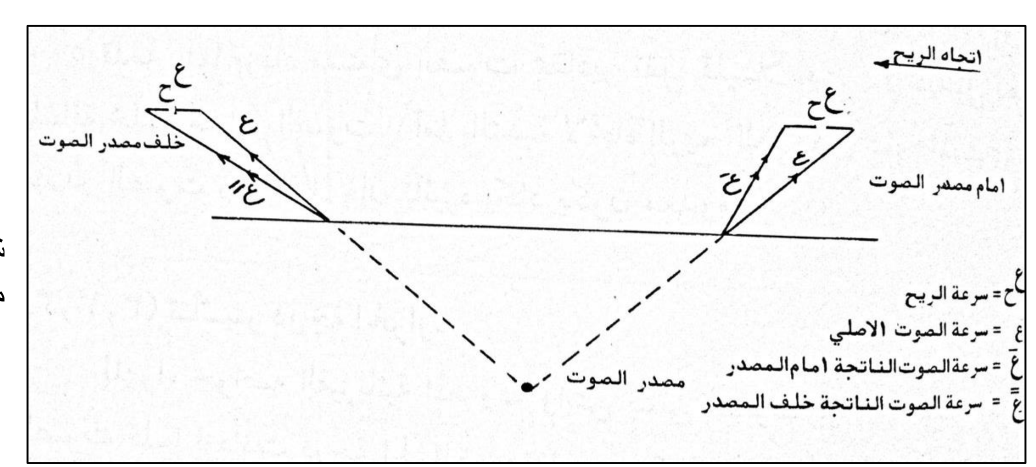
(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)

جـ - تأثير الرياح [1]

تتأثر الموجات الصوتية تبعا لاتجاه الرياح فإذا كانت الموجات الصوتية عكس اتجاه الريح فإن الشعاع الصوتي ع يتأثر بسرعة الريح ع ح ويكون الناتج سرعة الشعاع الصوتي ع- أي مجموع المتجهين. أما في حالة انتشار الموجات الصوتية مع اتجاه الريح فإن الشعاع الصوتي الناتج ع

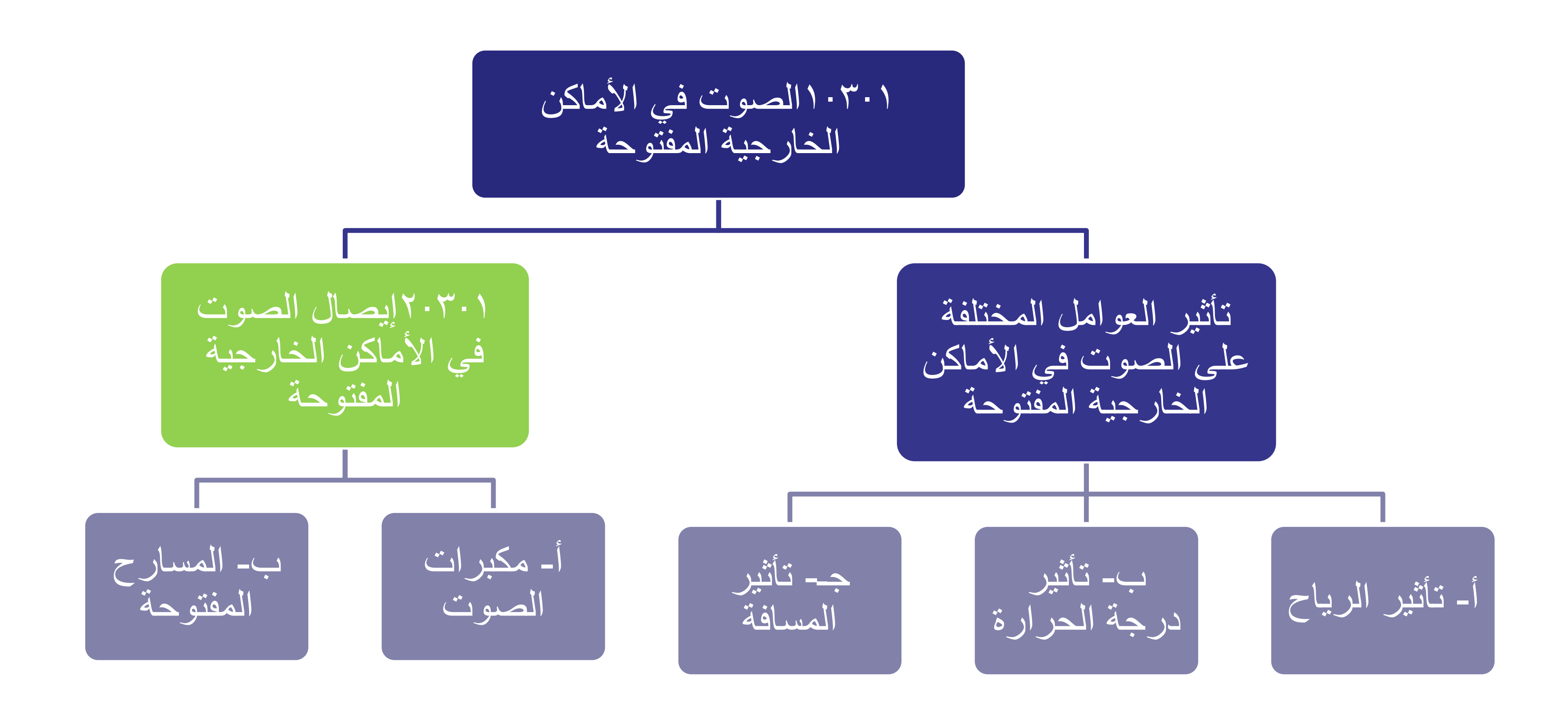
ونظرا لأن سرعة الريح تتغير مع الارتفاع فيكون تأثير الرياح متغيرا حسب الارتفاع من سطح الأرض وذلك لأن مرور الريح فوق سطح الأرض يترك عند ملامسته للأرض منطقة حدودية تكون فيها سرعة الريح= صفر حيث تزداد كلما إرتفعنا إلى أعلى.

أما بالنسبة لاتجاه الريح العمودي على المستوى بين مصدر الصوت والمستقبل فإن تأثيره يكاد يكون معدوما.



شكل (٦) سرعة الصوت الناتجة مِنّ تأثير الرياح [1]

(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)



١٠٣٠١الصوت في الأماكن الخارجية المفتوحة
تأثير العوامل المختلفة على الصوت في الأماكن الخارجية المفتوحة
٢٠٣٠١إيصال الصوت في الأماكن الخارجية المفتوحة
أ- تأثير الرياح
ب- تأثير درجة الحرارة
جـ- تأثير المسافة
أ- مكبرات الصوت
ب- المسارح المفتوحة

إيصال الصوت في الاماكن الخارجية المفتوحة [١]

تظهر أهمية التطبيقات الأساسية في إيصال الصوت في الأماكن الخارجية المفتوحة عند استخدام صفارات الإنذار ومكبرات الصوت لتوصيل الأذان إلى المناطق المحيطة بالمسجد وأيضاً عند تصميم المسارح المفتوحة أو الجلسات والتجمعات في الساحات والميادين والمناطق الخضراء.

يعتمد إيصال الصوت في الأماكن الخارجية المفتوحة على الظروف البيئية المحيطة من ضجيج عبر الهواء نتيجة الحركة الدائمة في الطرقات ومرور السيارات وخلافه وعلى الظروف المناخية مثل: اتجاه الرياح وسرعتها ودرجات الحرارة وتقلباتها فضلا عن الرطوبة النسبية وما يحمله الهواء من مواد عالقة وخلافه.

ونظرا لان مهندس الصوت لا يستطيع ان يتحكم في الظروف البيئية آنفة الذكر، فعليه حينئذ أن يأخذها في الاعتبار ويضع تصميماته لإيصال الصوت في الأماكن الخارجية المفتوحة بمستوى جيد من حيث الكمية والنوعية ، ولذل عليه مراعاة بعض الأمور عند تصميم مكبرات الصوت في الأماكن المفتوحة وعند تصميم المسارح المفتوحة وهذا ما سنتعرف عليه في الجزء التالي.

(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)

أ- مكبرات الصوت في الأماكن الخارجية المفتوحة[١]

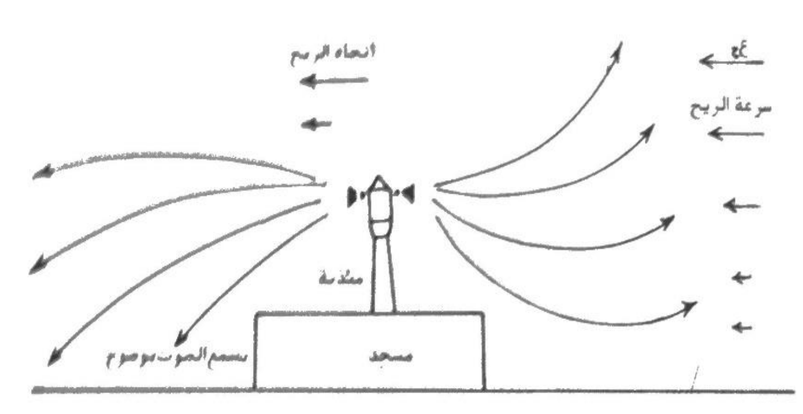
من أهم التطبيقات في بلادنا هو ايصال الاذان الى المنطقة المجاورة للمسجد بصوت مسموع ومفهوم. لذلك يجب مراعاة ما يلي:

١. تثبت مكبرات الصوت في أماكن عالية عن سطح الأرض بقدر المستطاع والمآذن افضل مكان لها، وذلك للتقليل من مناطق ظل الصوت الناتجة عن الرياح والمباني العالية التي تحجب الصوت.

٢. يجب أن تكون مكبرات الصوت موجهه إلى الأرض.

٣. عند تغطية المساحات الكبيرة بأكثر من مكبر صوت فيكون من الانسب استخدام مكبرات الصوت ذات القدرات المنخفضة بحيث يغطي كل مكبر منطقة صغيره ومحددة.

٤. يجب عدم توجيه مكبرات الصوت صوب الحوائط لتجنب حدوث الصدى.



شكل(٧)تركيب مكبرات الصوت في الأماكن العالية[١]

ب- المسارح المفتوحة[١]

المسارح المفتوحة معروفة منذ القدم عرفها اليونانيون والرومانيون وغيرهم وتعتبر من أقدم أنواع المسارح.

يعتمد إيصال الصوت إلى المستمعين أساسًا على توصيل الصوت المباشر أي الشعاع الصوتي الذي يصل بين المتكلم والمستمع مباشرة.



شكل(٨) صورة لمسرح اغريقي كبير ومفتوح[١]

(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)

المصدر: (١) stagehistory.webs.com

ومن أهم العوامل المأخوذة في الاعتبار هي:

- حسن اختيار موقع المسرح بحيث يكون في منطقة بعيدة عن الضوضاء ورياحها هادئة إلى حد كبير والاهتمام بحسن تخطيط المنطقة المجاورة و تزويدها بالأشجار والمساحات الخضراء للحصول على جو هادئ ونقي فضلا عن تجب أي احتمال لحدوث الصدى.

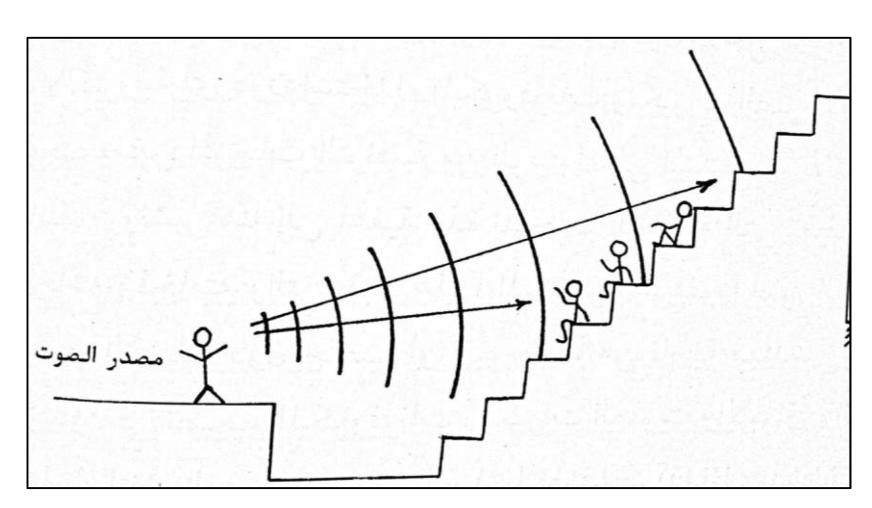
- ملاحظة اتجاه الريح السائدة وتنظيم خشبة المسرح ومقاعد المستمعين لتجنب وجود مناطق ظل الصوت في منطقة المستمعين، وذلك بأن يكون تنظيم المقاعد ومصدر الصوت مناسبًا لاتجاه الرياح السائدة.

- تحديد طول ومساحة منطقة المستمعين.

تابع المسارح المفتوحة

وللاستفادة من زاوية الصوت في الاتجاه الرأسي بحيث يصل الصوت المباشر لأكبر عدد من المستمعين يتم ذلك على النحو التالي:

- منصة المسرح يجب أن تكون مرتفعة بقدر الإمكان.
- استخدام مقاعد متدرجة وهذا الترتيب للمقاعد أفضل لاستقبال الصوت فضلا عن حسن الرؤية.
- من المستحسن تصميم منطقة خشبة المسرح (التي يقف عليها الممثلون أو يجب فيها العازفون) على هيئة محارة فتعمل في هذه الحالة كما لو كانت بوقًا ينساب منه الصوت للمستمعين.

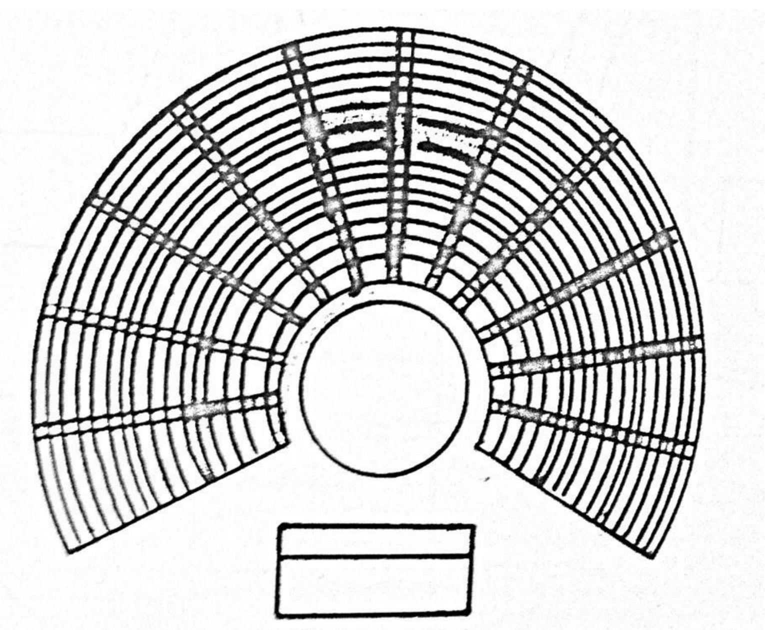


شكل (٩) استخدام المصاطب المدرجة الشديدة الميل يحسن الارتياح السمعي و البصري.[١]

(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)

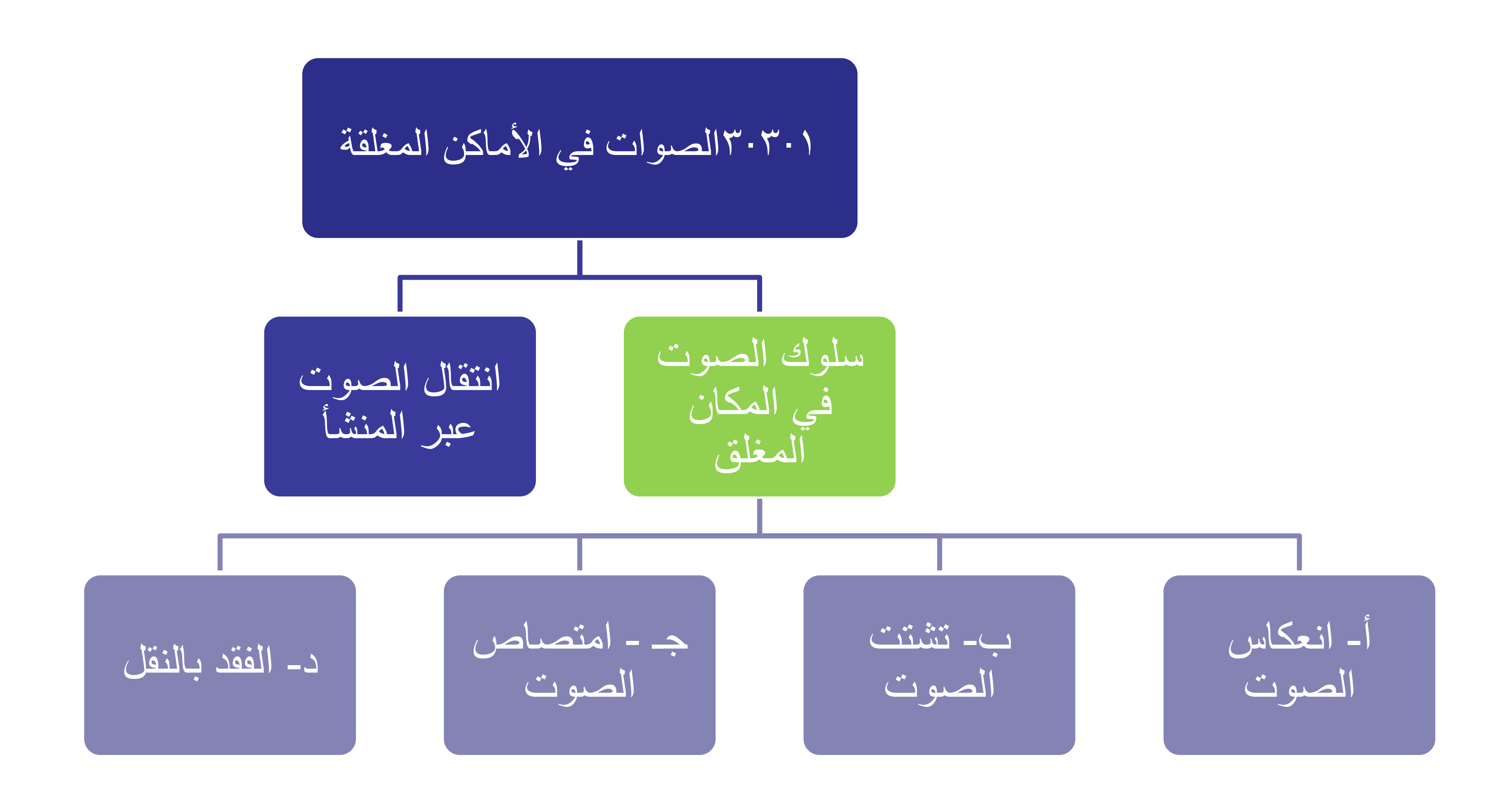
تابع المسارح المفتوحة

- لدعم الصوت تستخدم العواكس عادة خلف المتكلم فتساعد على زيادة مستوى ارتفاع الصوت في الأماكن الخلفية مما يمكن من زيادة المقاعد في الأماكن الخلفية فضلًا عن وصول الصوت إليهم بكفاءة عالية كما هو موضح في الشكل حيث يظهر مسقط لمسرح مفتوح وتظهر العواكس الصوتية وترتيب المقاعد والشكل العام للمسرح.



شكل (١٠) الشكل العام لمسرح يوناني مفتوح (لاحظ العاكس الصوتي الخلفي)[١]

(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)



٣٠٣٠١الصوات في الأماكن المغلقة
انتقال الصوت عبر المنشأ
سلوك الصوت في المكان المغلق
د- الفقد بالنقل
جـ - امتصاص الصوت
ب- تشتت الصوت
أ- انعكاس الصوت

٣٠٣٠١ الصوت في الاماكن المغلقة[١]

التحكم في الصوت في الأماكن المغلقة أفضل منه في الأماكن المفتوحة و ذلك لما يلي :

- إمكانية التحكم في الظروف البيئية في الأماكن المغلقة من حيث درجة الحرارة و الرطوبة و نقاء الجو فضلا عن تجنب تأثير الرياح كلية.

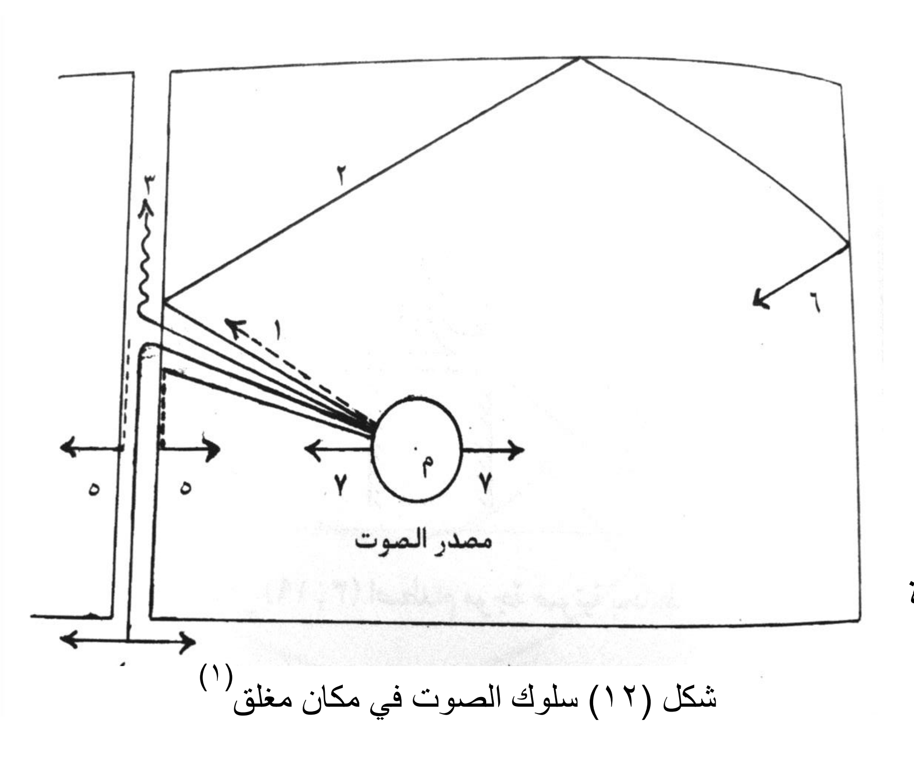
- في الأماكن المفتوحة الطاقة الصوتية الخارجة من مصدر الصوت تفقد في الهواء أما في حالة الأماكن المغلقة فمن الممكن الاستفادة بجزء كبير منها وذلك بعكسها وحسن توجيهها إلى الأماكن المعنية فضلا عن دعم الصوت باستخدام عواكس الصوت المناسبة.

- في الأماكن المغلقة يصل الصوت الى الأماكن البعيدة عن طريق الانعكاسات الداخلية وذلك يضفي على المكان الحيوية و يزيد الارتياح السمعي .

(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)

تابع الصوت في الاماكن المغلقة

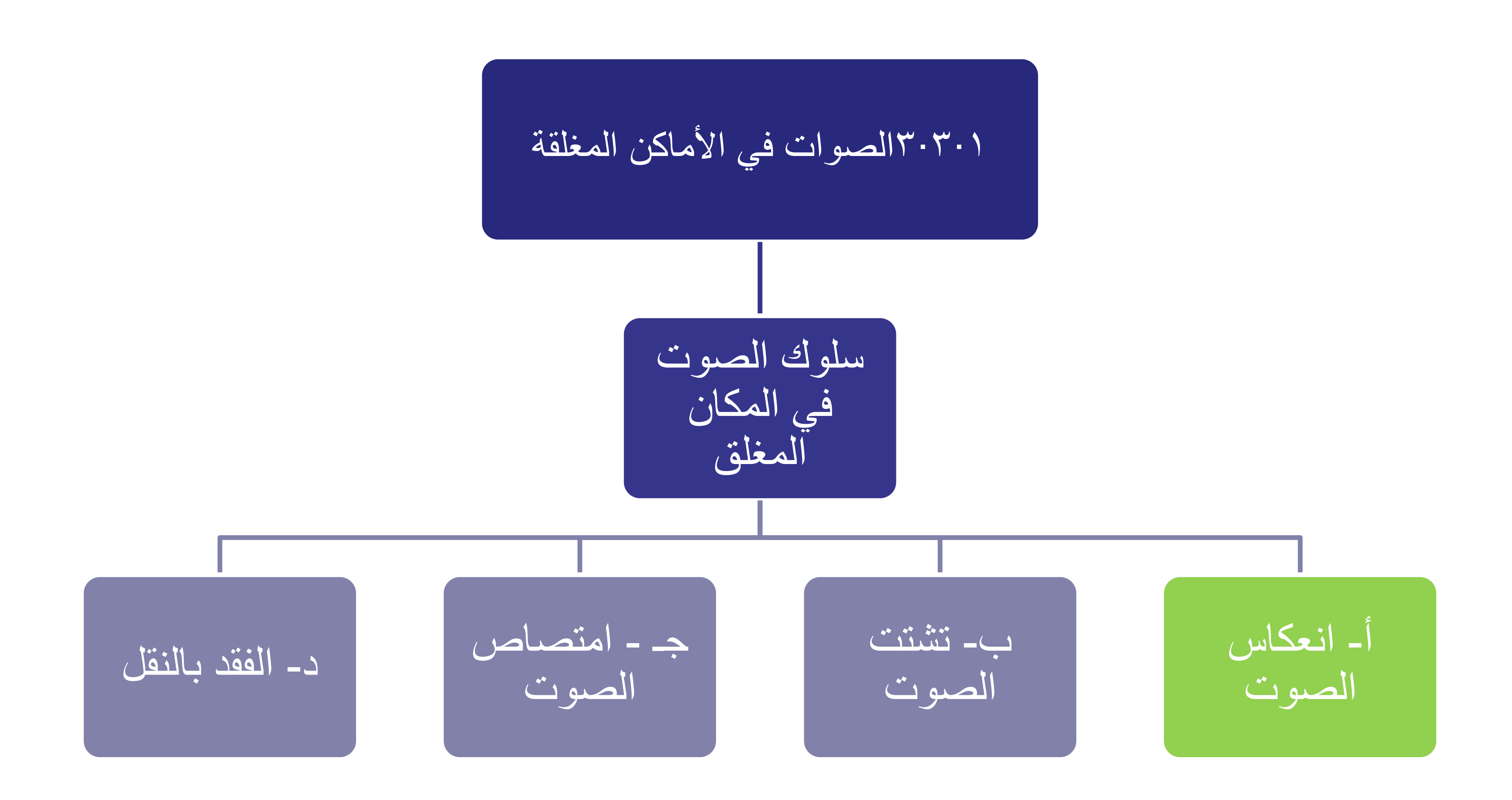
و من الممكن التعبير عن سلوك الصوت في مكان مغلق بسبع طرق وهي كما يلي:



شكل (١٢) سلوك الصوت في مكان مغلق[(١)]

١. الشعاع الصوتي المباشر، و الذي يصل الى الاذن مباشرة ولا يتعرض إلا لامتصاص جزء صغير من طاقته في الهواء.
٢. الصوت المرتد من سطح الحائط.
٣. الصوت الممتص في الحائط أو أسطح تشطيبه.
٤. الصوت الذي ينتقل الى الأجزاء الأخرى من المبنى.
٥. الصوت المنبعث بواسطة رنين الحائط في كل من الاتجاهين و ينتج عنه ما يسمى بالرنين المحوري.
٦. الصوت المتعدد الانعكاس في سطوح الغرفة الداخلية و الذي ينتج عنه ترداد للصوت أي بقاء الصوت لفترة قصيره تسمى بزمن الترداد.
٧. الانعكاس الداخلي لجميع او معظم اسطح الفراغ الداخلي عند ترددات معينة بسبب موجات مستقره مماسية و مائله.

(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)


١٠٣٠٣الصوات في الأماكن المغلقة
سلوك الصوت في المكان المغلق
أ- انعكاس الصوت
ب- تشتت الصوت
جـ - امتصاص الصوت
د- الفقد بالنقل

أ- انعكاس الصوت[١]

مسار انعكاس الموجات الصوتية عندما تقابل أسطح مختلفة الأشكال:

١- انعكاس الصوت من سطح مستو:

عند التقاء الموجات الكروية الخارجة من مصدر صوتي (م) بسطح مستوي ، فإنها ترتد كروية الشكل أيضا كما هو مبين في الشكل

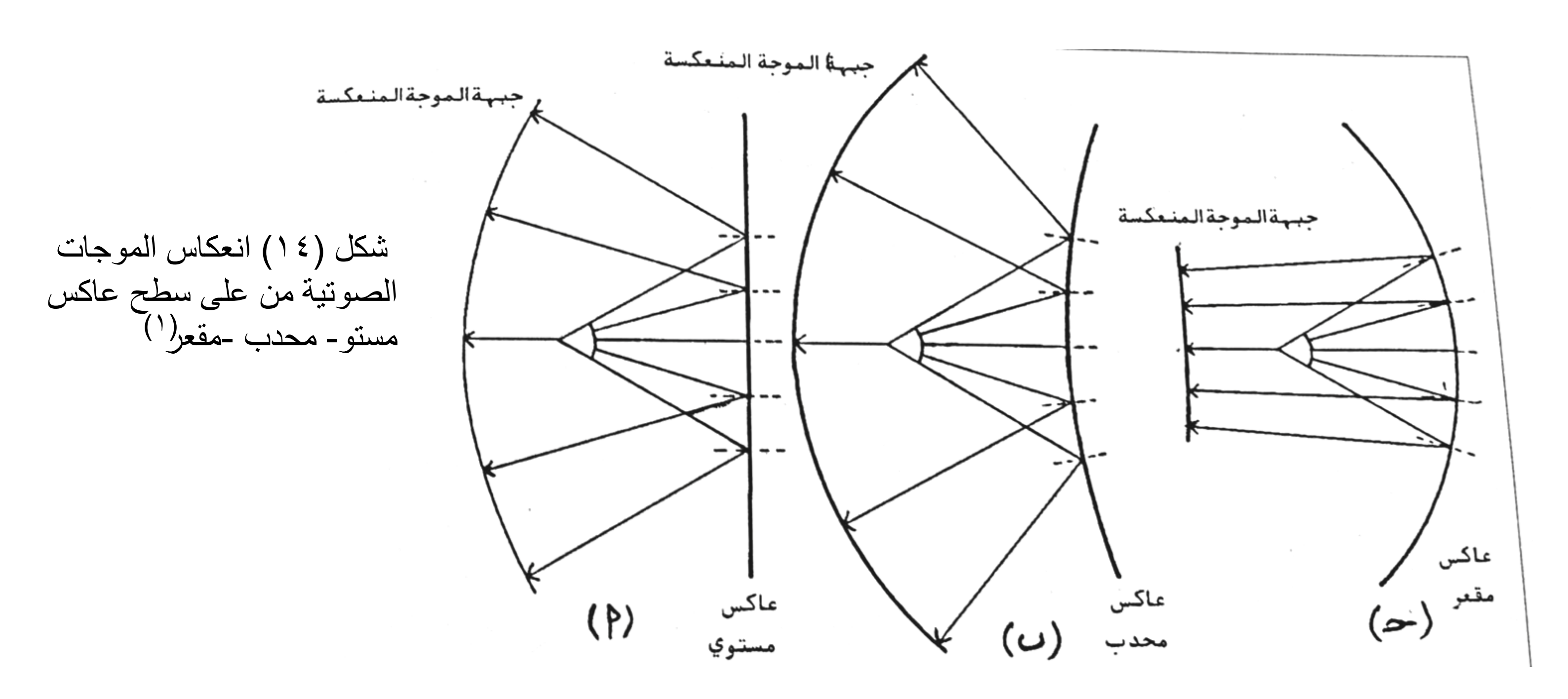
شكل (١٣) انعكاس موجة صوتية من على سطح مستوى[١]

(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)

تابع انعكاس الصوت

٢- انعكاس الصوت من سطح غير مستو

اذا قابلت مقدمة الموجة الصوتية الكروية سطحًا غير مستوي فانها تنعكس و لكنها لا تكون كروية و يعتمد شكلها حينئذ على شكل السطح العاكس ، ففي حالة السطح المستوي فان الموجة المنعكسة كروية الشكل اما السطح المحدب فهي ليست كروية و مساحتها أكبر أي أن شدة الصوت المنعكس في هذه الحالة أقل منه في حالة السطح المستوي بمعنى أنه اضعف . اما في حالة السطح المقعر فان الموجة المنعكسة هي ليست كروية أيضا و لكنها اقل مساحة بالمقارنة مع السطح المستوي أي تكون شدة الصوت المنعكس أكبر و بالتالي يتضخم الصوت .

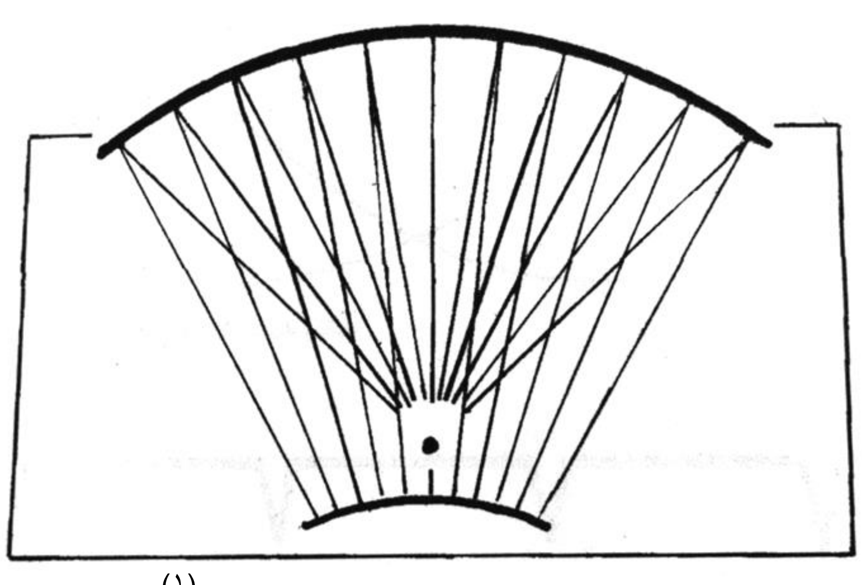


شكل (١٤) انعكاس الموجات الصوتية من على سطح عاكس مستو- محدب -مقعر[١]

(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)

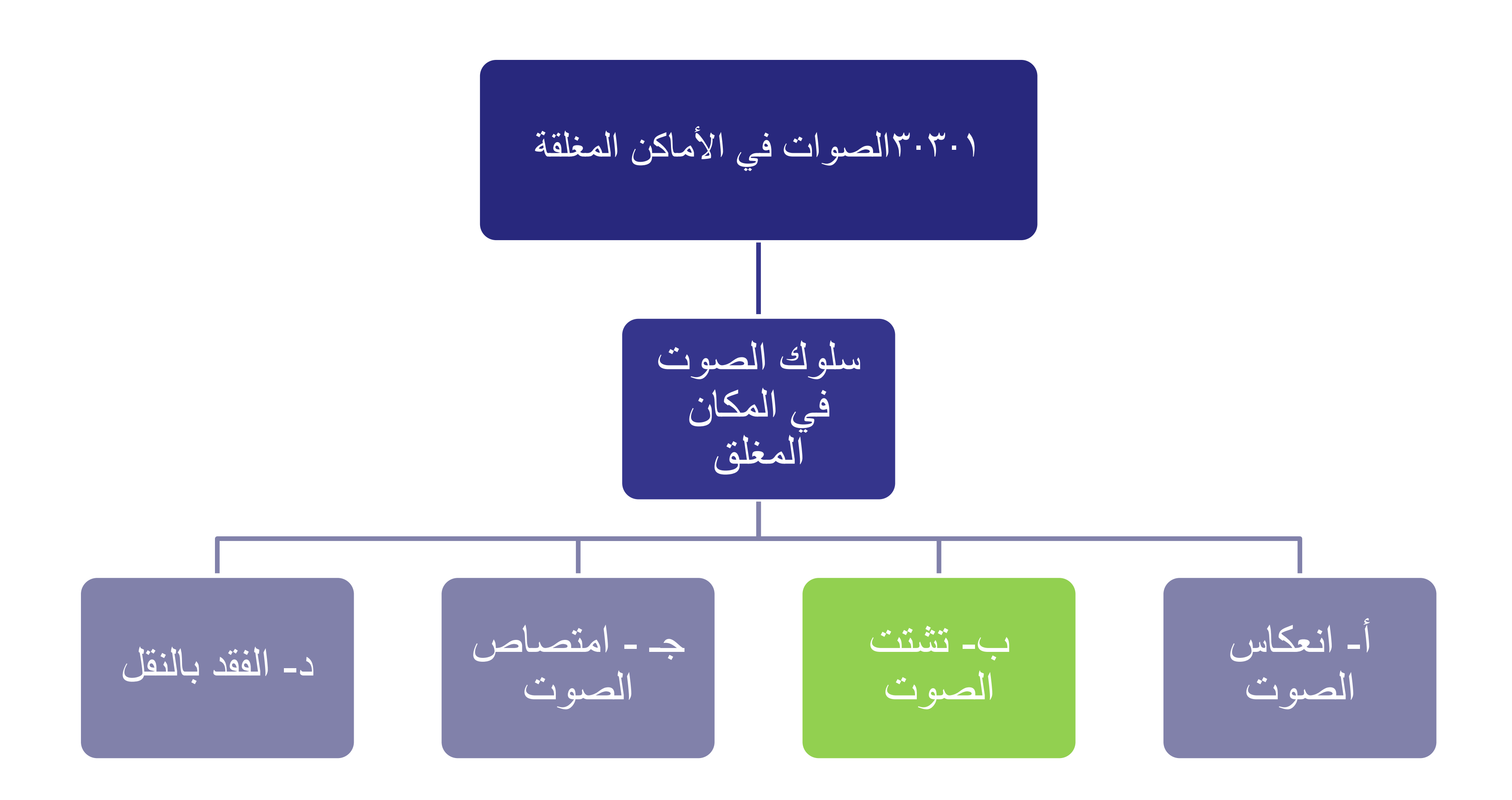
تابع انعكاس الصوت

لذلك فان الاسطح المقعرة كما هو الحال في القباب تتسبب عنها بعض المشاكل الصوتية نظرا لتكون مناطق تجمع للصوت في القاعات و بالتالي يجب معالجتها و ذلك بامتصاص الموجات المنعكسة.
اما بالنسبة للأسطح المحدبة فهي اكثر ملائمة للارتياح السمعي في المسارح و القاعات حيث تكون الموجات المنعكسة ضعيفة نسبيا.



شكل (١٥) تجمع الصوت تحت القباب(١)

(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)



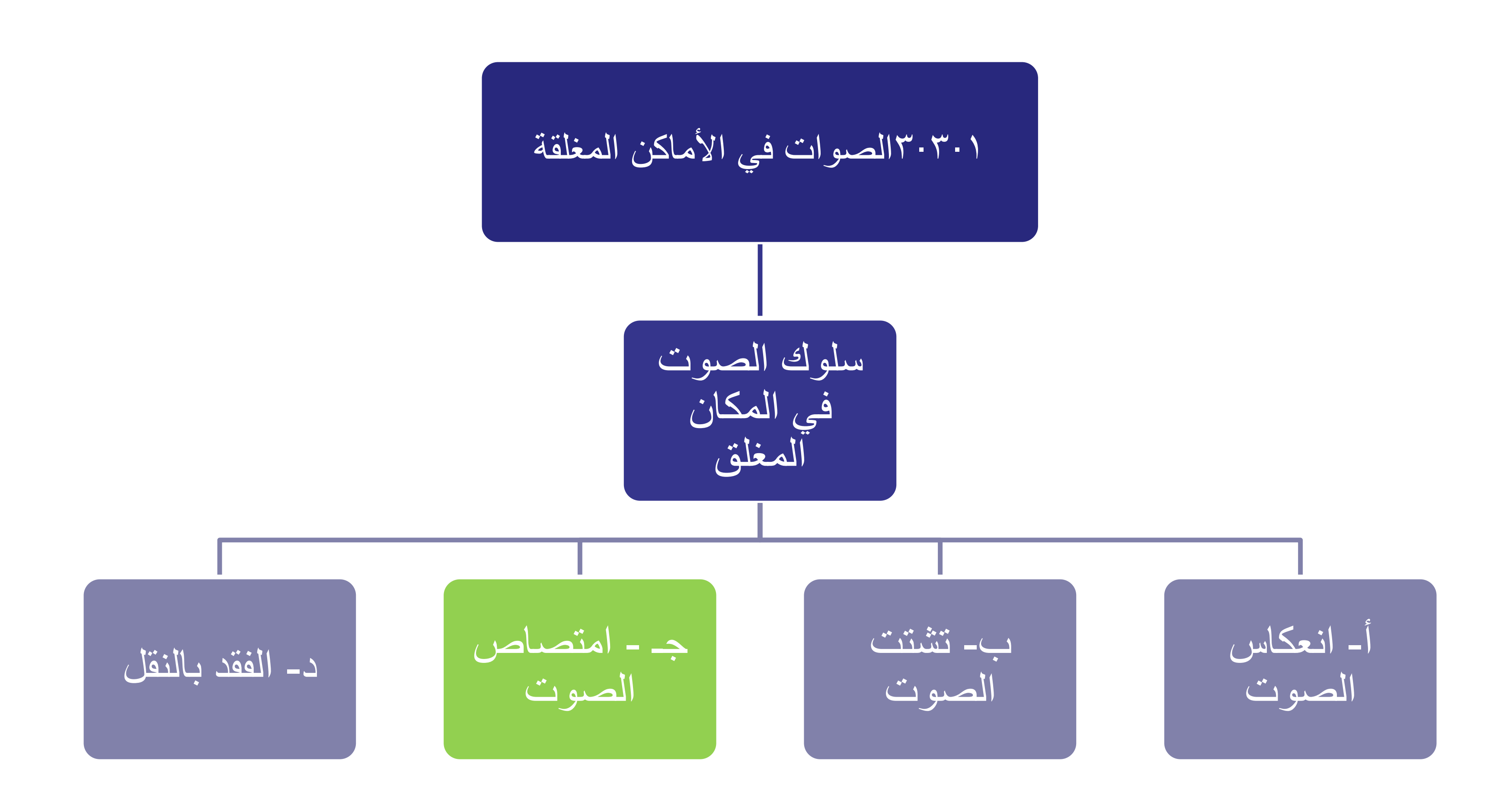
١٠٣٠٣الصوات في الأماكن المغلقة
سلوك الصوت في المكان المغلق
أـ انعكاس الصوت
ب- تشتت الصوت
جـ - امتصاص الصوت
د- الفقد بالنقل

ب- تشتت الصوت[١]

الموجات الصوتية الساقطة على الأسطح الخشنة و المشقوقة تتشتت الى موجات متعددة و ضعيفة أي انة عند سقوط موجة صوتية على سطح خشن فإن الموجة تنكسر ومن ثم تعكس موجات متعددة و ضعيف بحيث لا تمثل ضررا على الصوت الأصلي إذا كان السطح جيد التشتت. و خاصية التشتت أساسية في المعالجات الصوتية و بالتالي فإن تزويد القاعات و المساجد بأسطح مشتتة للصوت يمنع حدوث الصدى و يضفي على الفراغ الداخلي ترديدات الصوت الجيدة و الممزوجة التي تحسن الارتياح السمعي.

شكل (١٦) الأسطح الخشنة و المشقوقة تشتت الموجات الصوتية[١]

(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)



١٠٣٠٣الصوات في الأماكن المغلقة
سلوك الصوت
في المكان
المغلق
د- الفقد بالنقل
جـ - امتصاص
الصوت
ب- تشتت
الصوت
أ- انعكاس
الصوت

ب- امتصاص الصوت

يحدث امتصاص الصوت عندما تخترق موجات الصوت الأسطح المختلفة و يحدث الامتصاص عن طريق عدة طرق مختلفة و كلها تنتهي الى تحويل طاقة حرارية بواسطة الاحتكاك الجزيئي.[١] وتختلف طرق امتصاص الصوت باختلاف نوع المادة الممتصة كما يلي :

١- المواد المسامية وهي المواد التي تحتوي على مسامات بين جزيئاتها وفتحات صغيرة مفتوحة للخارج يمكن ان تدخل الموجات الصوتية إليها.

٢- الالواح المهتزة: نتيجة لسقوط الطاقة الصوتية على بعض الاجسام التي يمكن ان تهتز كألواح الخشب المثبته بعيدا عن الحائط وغيرها فإنها تهتز وفي حالة اهتزازها تمتص جزء من الطاقة الصوتية.

٣- الامتصاص الرنيني:اذا عمل تجويف له عنق ملي بالهواء فان هذا التجويف يعمل كزمبرك يمتص قليلا من الطاقة الصوتية نتيجة لاحتكاك الطاقة في عمق ذلك الفراغ ونتيجة لامتصاص الطاقة من قبل الهواء المحصور الذي يعمل كما ذكر كزمبرك.[٢]

(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)
(٢) رزق نمر شعبان حماد - الهندسة الصوتية في العمارة - الجامعة الاردنية

معامل امتصاص الصوت(١)

هو النسبة بين الطاقة الصوتية الممتصة الى الطاقة الصوتية الساقطة ولذلك فان قيمتها يمكن ان تكون مابين الصفر والواحد الصحيح.

الصفر: يعني ان السطح والمادة عاكسة تماما للصوت.

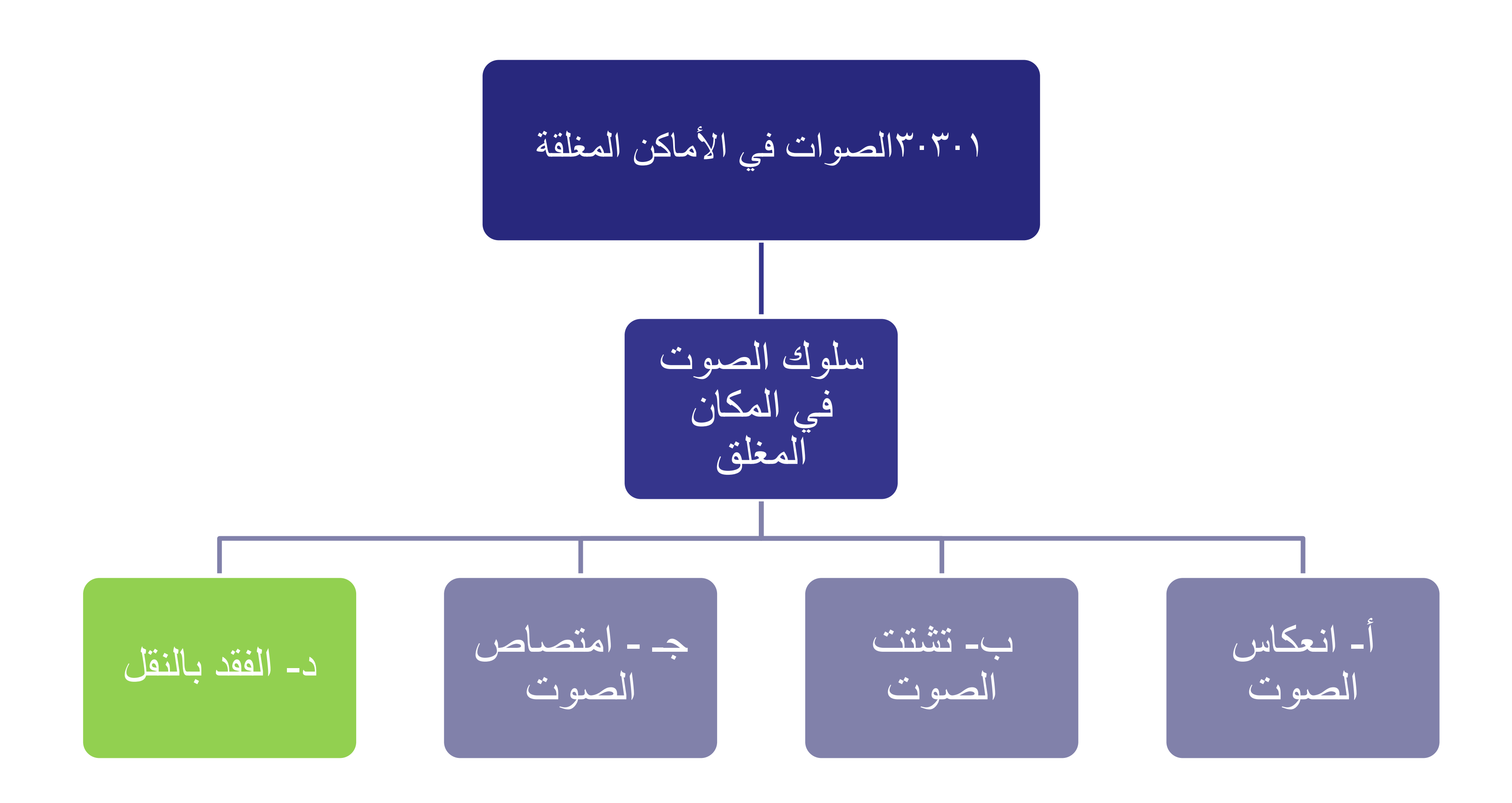
الواحد: يعني ان السطح او المادة كاملة الامتصاص وهذا يمكن ان يحدث اذا كان السطح عبارة عن فتحة او نافذة مفتوحة او فراغ معماري بدون جدران فان جميع الطاقة الصوتية تمتص.

وحدة الامتصاص: ١ م (سايبين)

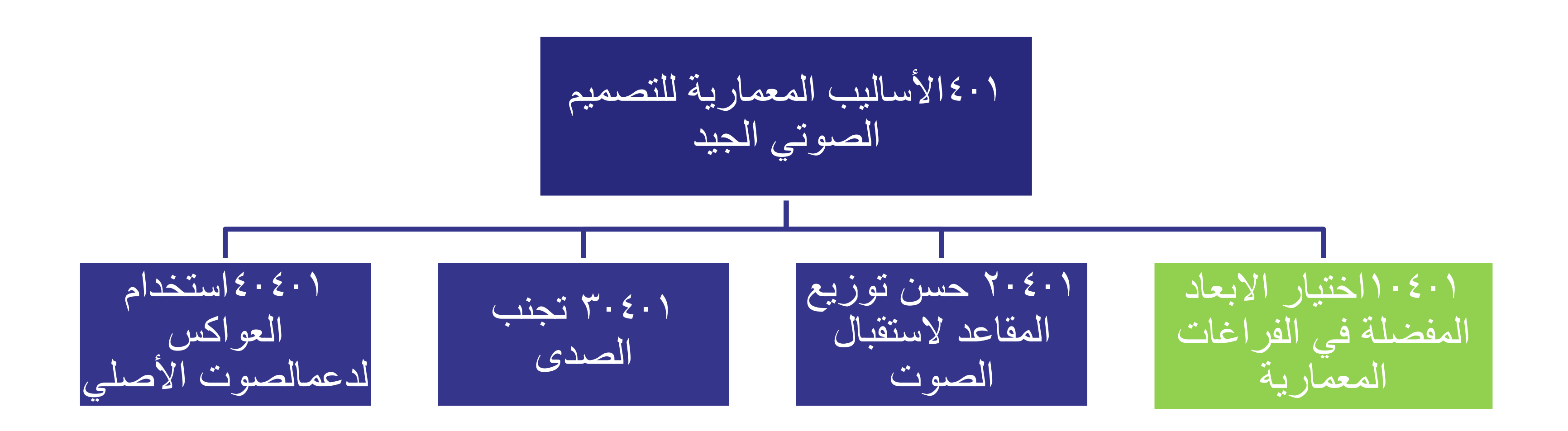
*معامل الامتصاص يختلف من مادة الى اخرى ويختلف من تردد لآخر.

الامتصاص الذي يعتمد على الاحتكاك يكون كبيرا في الترددات المرتفعه ويكون صغيرا في الترددات المنخفضة.

(١) رزق نمر شعبان حماد - الهندسة الصوتية في العمارة - الجامعة الاردنية



١٠٣٠٣الصوات في الأماكن المغلقة
سلوك الصوت في المكان المغلق
أ- انعكاس الصوت
ب- تشتت الصوت
جـ - امتصاص الصوت
د- الفقد بالنقل



١٠٤الأساليب المعمارية للتصميم الصوتي الجيد
١٠٤٠١اختيار الابعاد المفضلة في الفراغات المعمارية
٢٠٤٠١ حسن توزيع المقاعد لاستقبال الصوت
٣٠٤٠١ تجنب الصدى
٤٠٤٠١استخدام العواكس لدعمالصوت الأصلي

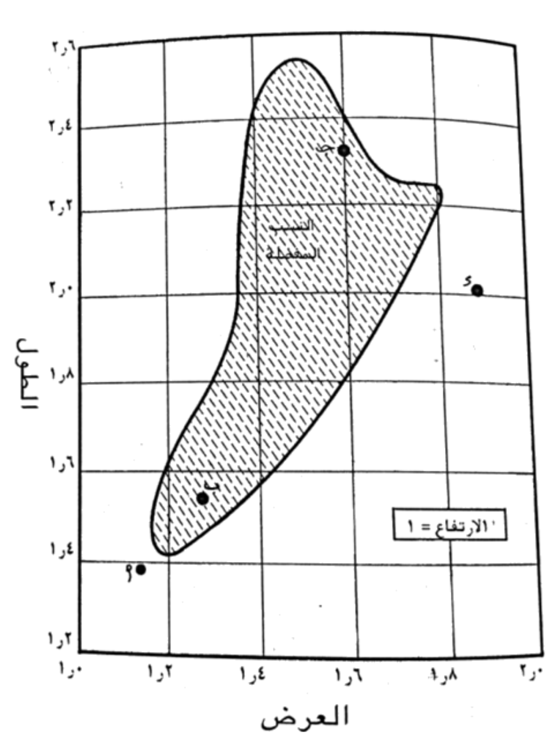
١٠٤٠١ اختيار الابعاد المفضلة في الفراغات المعمارية

اذا تعرضت الفراغات المعمارية الى اطياف صوتية مثل الكلام والموسيقى يتسبب عنها ظهور موجات رنينية واقفة تعتمد على ابعاد الفراغ المعماري.

هذه الموجات تسبب تشويها للصوت الاصلي ويزداد هذا التشويش بتراكم الترددات الرنينية وبعد هذه الترددات عن بعضها بأكثر من ٢٠ هيرتز كما يغلب حدوثها في الفراغات المعمارية التي تكون النسب بين ارتفاعها وعرضها وطولها نسبا متضاعفة.

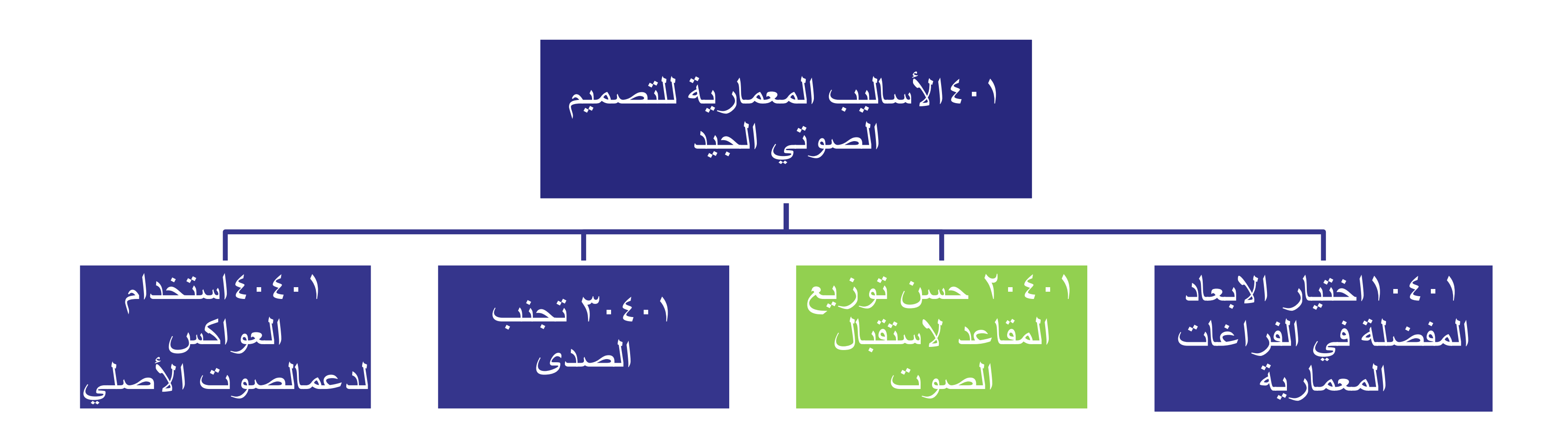
ولتجنب ذلك قام الاستاذ بولت بإجراء دراسات لتحديد الابعاد المفضلة واقترح المنحنى في الشكل (....) والمبني على اساس وحدة الارتفاع أي اعتبار ارتفاع الفراغ = ١ وبالتالي كل من العرض والطول بدلالة الارتفاع وقد اوضح الاستاذ بولت ان النسب المفضلة لأبعاد الفراغات المعمارية تتحقق اذا وقعت داخل هذا المنحنى.

وبازدياد الدراسات في هذا الموضوع تم الاختلاف على النسب المفضله لذلك يحبب دراسة الفراغات كل على حدة عند تصميم الصوتيات.



الشكل (١٧) منحنى بولت الذي يقترح فيه ان النسب المفضلة الفراغات المعمارية تقع داخله[١]

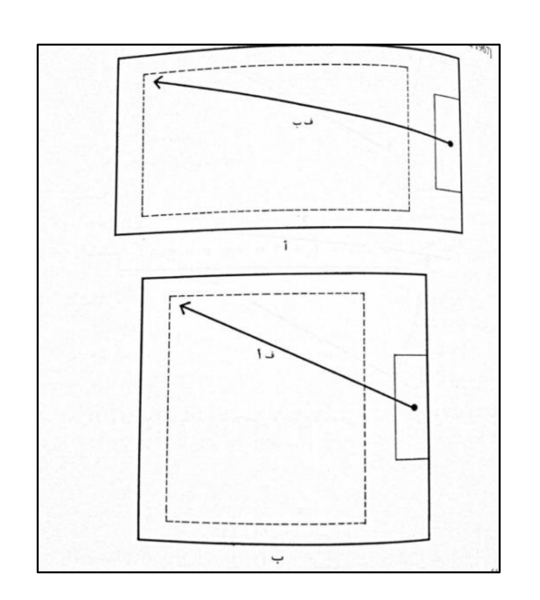
(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)



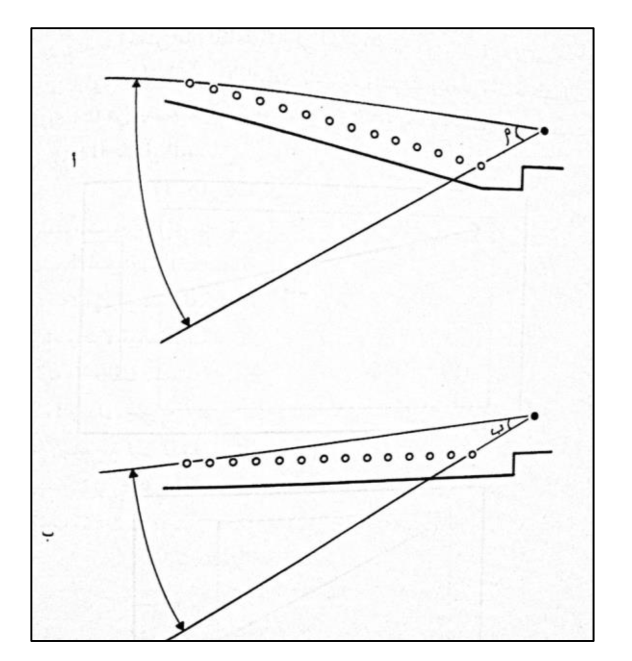
١٠٤٠١الأساليب المعمارية للتصميم الصوتي الجيد
١٠٤٠١اختيار الابعاد المفضلة في الفراغات المعمارية
٢٠٤٠١ حسن توزيع المقاعد لاستقبال الصوت
٣٠٤٠١ تجنب الصدى
٤٠٤٠١استخدام العواكس لدعمالصوت الأصلي

٢٠٤٠١ حسن توزيع المقاعد لاستقبال الصوت[١]

للحصول على الصوت المباشر بكمية نوعية جيدة يجب ان تكون المسافة بين المتحدث والمقاعد الخلفية على اساس الحد الادنى وبالتالي فان الاشكال المتقاربة والمربعة افضل من الاشكال التي تميل الى الاستطالة (المستطيلة) أي ان لنفس العدد من المقاعد فان التوزيع (إ) افضل من التوزيع (ب) وذلك لان المسافة ف إ اقل من المسافة ف ب مع ملاحظة ان مستوى الصوت يقل مع مربع المسافة .
ومن ناحية اخرى فان الارتفاع بمستوى الارضية يجعل الاستفادة بالصوت المباشر افضل

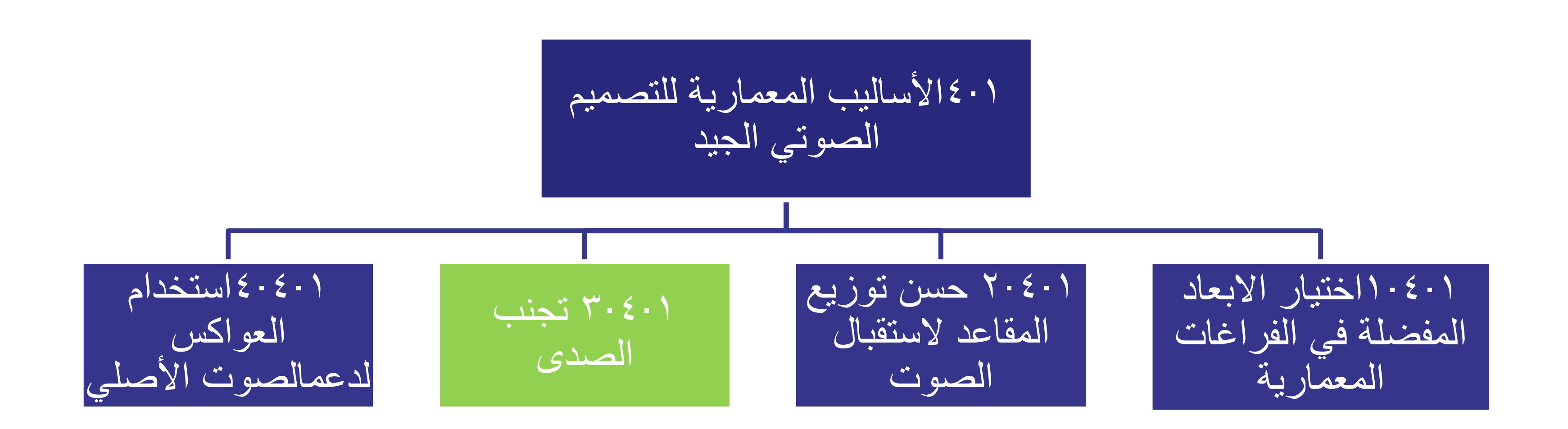


شكل (١٨) الأشكال المتقاربة كالمربع افضل من الأشكال المستطيلة لتوصيل الصوت المباشر[١]



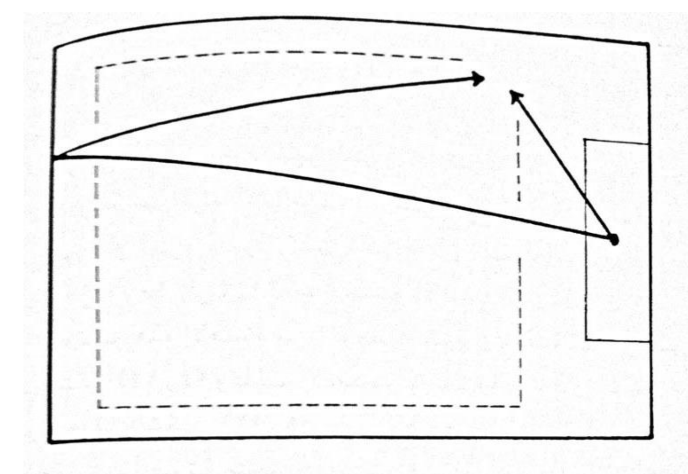
شكل (١٩) رفع ارضية القاعدة يحسن من الارتياح السمعي و البصري[١]

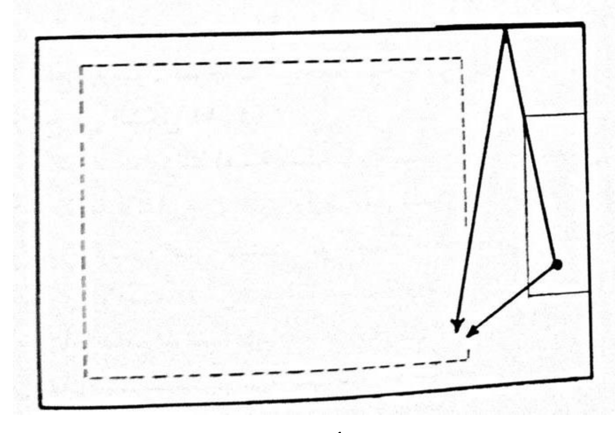
(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)



١٠٤الأساليب المعمارية للتصميم الصوتي الجيد
١٠٤٠١اختيار الابعاد المفضلة في الفراغات المعمارية
١٠٤٠٢ حسن توزيع المقاعد لاستقبال الصوت
١٠٤٠٣ تجنب الصدى
١٠٤٠٤استخدام العواكس لدعمالصوت الأصلي

٣٠٤٠١ تجنب الصدى[١]





شكل (٢٠) لأصداء الناتجة من الحوائط الجانبية و الخلفية يمكن معالجتها باستخدام الأسطح الممتصة او المشتتة للصوت[١]

يظهر الصدى المعروف في الفراغات الواسعة، حيث تحس به الأذن ويظهر واضحاً جليا نظراً للانعكاسات الصوتية المتأخرة، أما في الفراغات الصغيرة نسبيا فتظهر الأصداء القريبة وتشعر الأذن بهذه الأصداء كامتداد للصوت الأصلي الأمر الذي يجعل المستمع يحس بعدم وضوح الكلام.

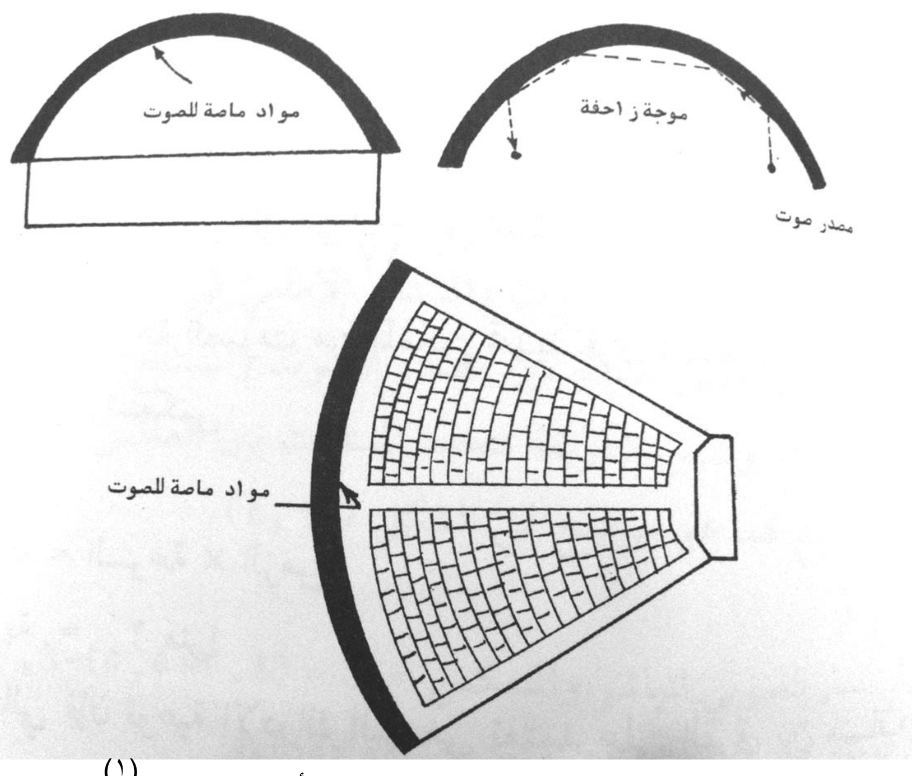
وعلى وجه العموم يظهر الصدى إذا كانت المسافة بين الصوت المباشر والصوت المرتد أكثر من ٢١,٤ متر ويتبع ذلك فترة زمنية ١/١٧ من الثانية أو أكثر أما إذا كانت المسافة بين الصوت المباشر والصوت المرتد من ١٠,٧ إلى ٢١,٤ فتسمع الأصداء القريبة.

وتظهر هذه الأصداء من الحوائط الجانبية أو الخلفية وكذلك الانعكاسات الصوتية عند الأركان.

(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)

تابع تجنب الصدى[١]

أما السطوح المقعرة والقباب فتكون الانعكاسات الصوتية متجمعة في البؤرة الامر الذي يكون فيه الصدى عالياً وأعلى من الصوت الأصلي.
وقد يظهر صدى الصوت أيضا نتيجة لزحف الموجات الصوتية على الأسطح ووصول الموجات الزاحفة متأخرة عن الصوت المباشر.

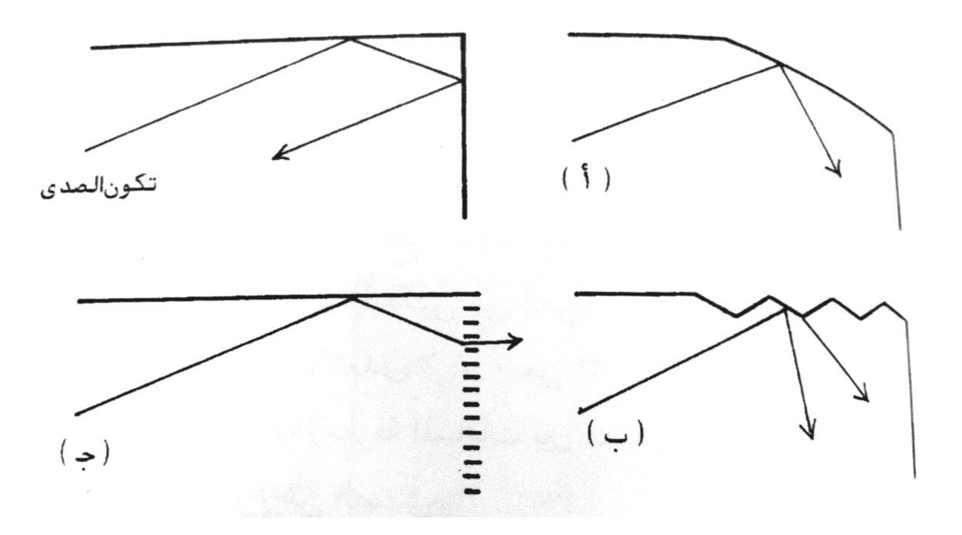


الشكل (٢١) المعالجة الصوتية للقباب و الأسطح المقعرة[١]

(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)

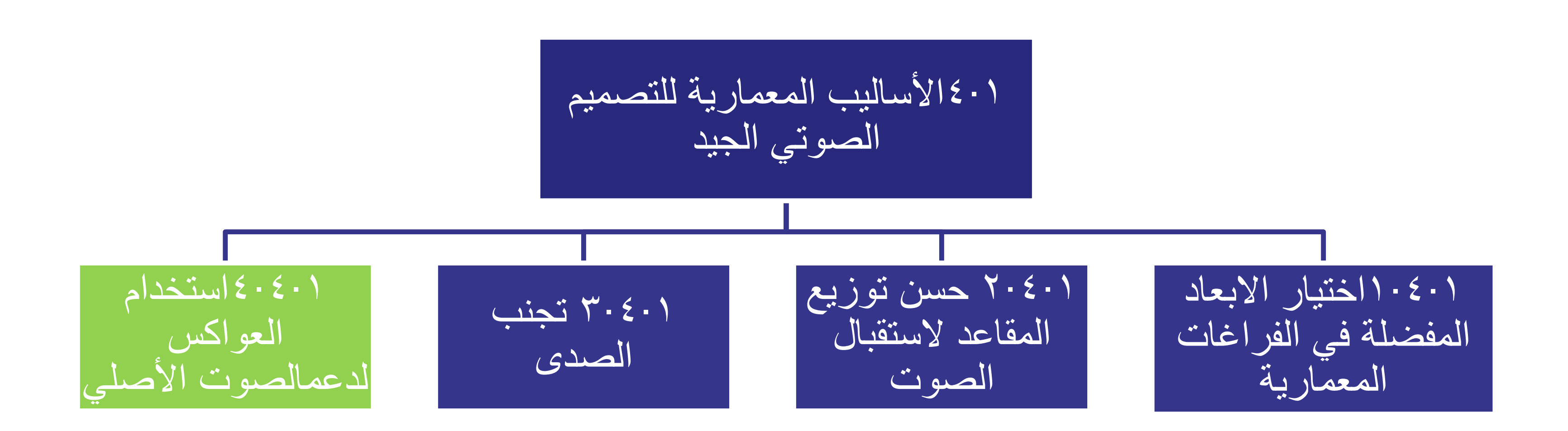
تابع تجنب الصدى[١]

كل ذلك يؤكد أهمية استخدام السطوح ذات الامتصاص الصوتي الجيد بنسبة لا تقل عن ٧٠% وأيضا من الممكن استخدام السطوح التي لها قدرة كبيرة على تشتيت الموجات وتضعيفها، وكذلك يجب على المعماري الاستفادة من الحوائط المائلة والأركان الغير متعامدة وذلك لإبعاد الموجات المرتدة



شكل (٢٢) الأصداء الناتجة من الأركان المتعامدة و طرق معالجتها[١]

(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)


١٤٠١الأساليب المعمارية للتصميم
الصوتي الجيد
١٠٤٠١اختيار الابعاد
المفضلة في الفراغات
المعمارية
٢٠٤٠١ حسن توزيع
المقاعد لاستقبال
الصوت
٣٠٤٠١ تجنب
الصدى
٤٠٤٠١استخدام
العواكس
لدعمالصوت الأصلي

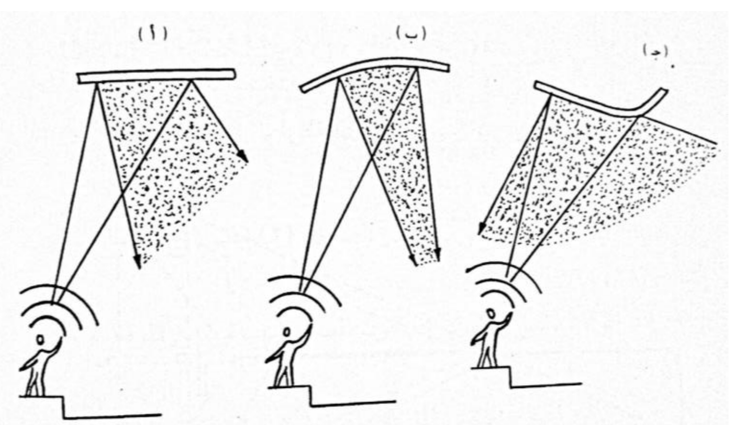
٤٠٤٠١ استخدام العواكس لدعم الصوت الأصلي[١]

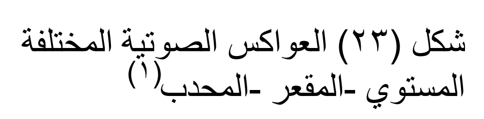
تستخدم العواكس الصوتية لدعم الصوت الأصلي وتقويته ليصل إلى الأماكن الخلفية والبعيدة . وعادة يجب تصميم العواكس الصوتية بحيث تكون مسارات الصوت المرتد قصيرة، وذلك لمنع حدوث الصدى(echo) أو الأصداء القريبة(near echoes). أي يصل الصوت المنعكس من العواكس مطابقاً تقريباً على الصوت الأصلي أو في مدة زمنية لاتتعدى ٠,٠٦ من الثانية الأمر الذي يؤكد أهمية دراسة التخطيط المعماري للقاعة ومعرفة المسافات بين مصدر الصوت والمستمعين ، وذلك لتلافي حدوث أي نوع من الصدى.

١- غالبا ماتكون هذه الأماكن على السقف أو في الجانبين، أو في الخلف يعتمد على حسن التصميم الذي يلائم القاعة المعينة.

٢- لايجب أن تزيد فرق المسافة بين المستمع ومصدر الصوت والمستمع والصوت الناتج عن العاكس الصوتي عن ٨ امتار.

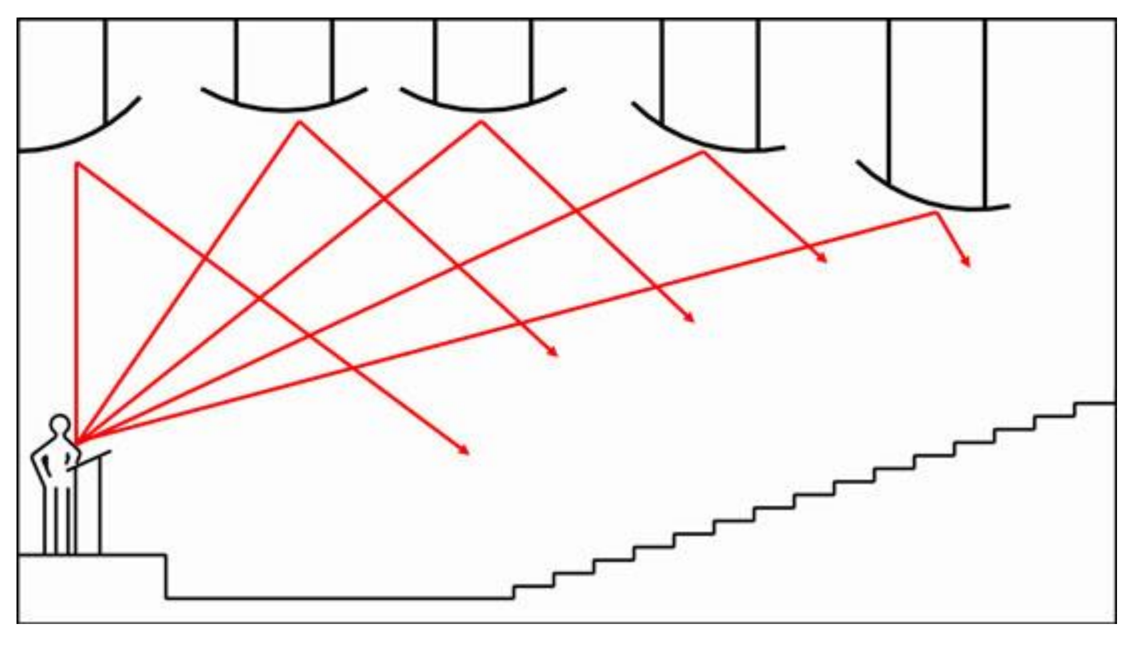
٣- بعد تحديد العواكس الصوتية يجب ان تكون الحوائط والأسقف والأرضيات من مواد ممتصة للصوت أو مشتتة له




شكل (٢٣) العواكس الصوتية المختلفة المستوي -المقعر -المحدب[١]

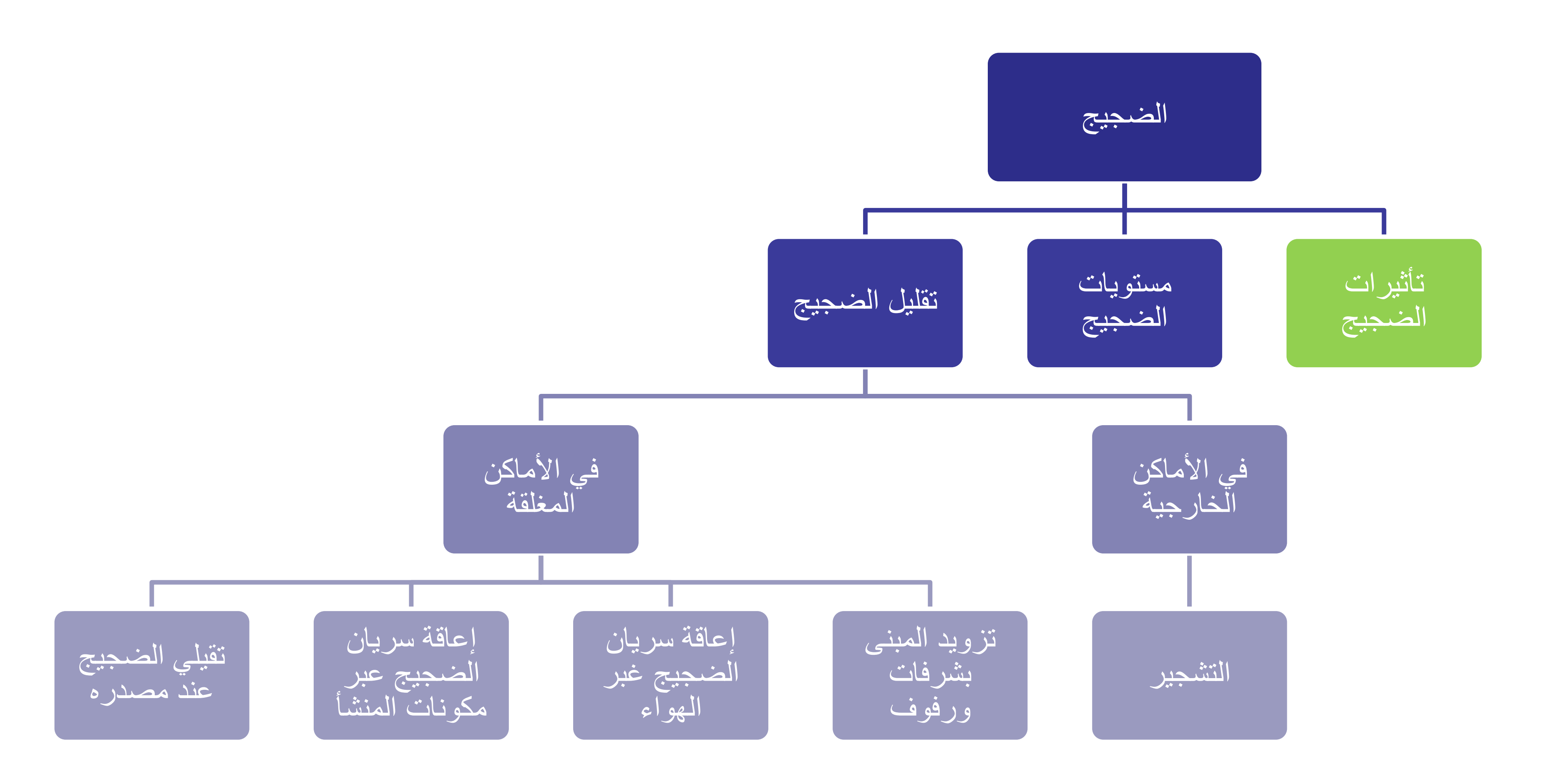
(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)

تابع استخدام العواكس لدعم الصوت الأصلي[١]



شكل (٢٤) عواكس صوتية متتالية[١]

(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)


الضجيج
تأثيرات الضجيج
مستويات الضجيج
تقليل الضجيج
في الأماكن الخارجية
في الأماكن المغلقة
التشجير
تزويد المبنى بشرفات ورفوف
إعاقة سريان الضجيج غبر الهواء
إعاقة سريان الضجيج عبر مكونات المنشأ
تقيلي الضجيج عند مصدره

٣٠١ الضجيــج[١]

يعرف الضجيج أو الضوضاء بأنه مجموع الأصوات الغير مرغوب فيها. وبالتالي فإن الضجيج يعتبر نوعًا من أنواع التلوث البيئي، حيث زادت مستويات ارتفاعه في عصرنا الحاضر نظرا لوجود مصادر الضوضاء المتعددة والتي تقابل الإنسان في كل مكان.

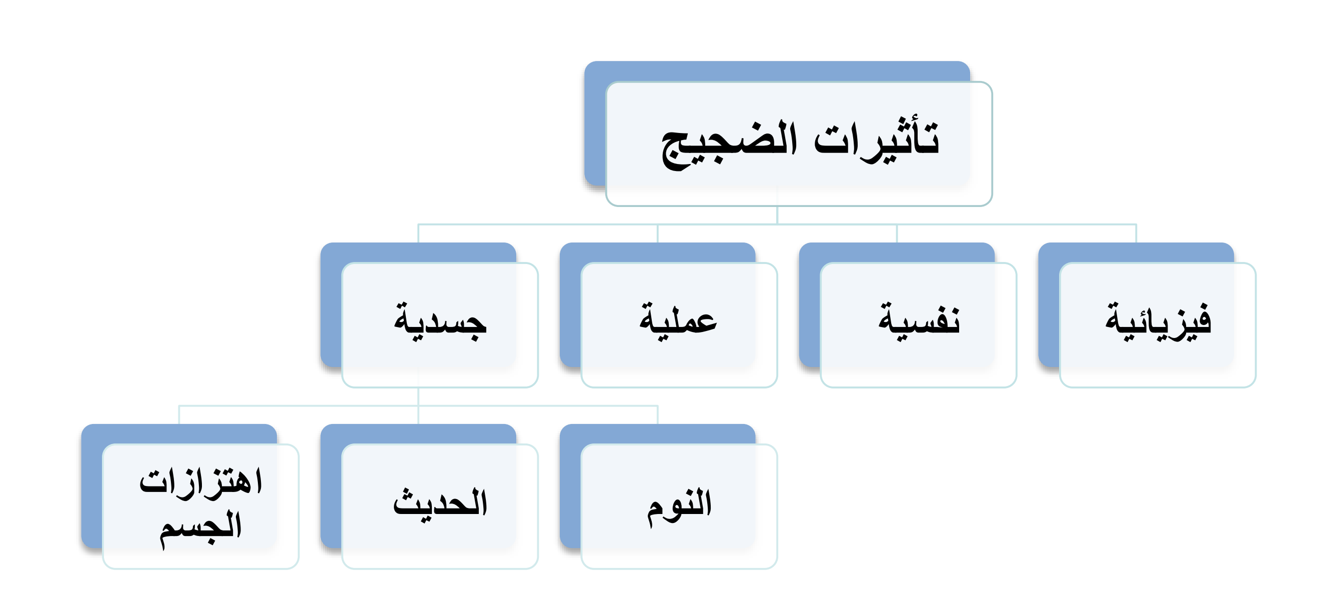
معايير الضجيج في الغرف والقاعات:

إذا كانت أهمية الصوتيات في العمارة هي تأكيد الصوت الأصلي في الفراغات المختلفة فإن أيضًا تقليل الضجيج هو هدف أساسي لتحقيق الارتياح السمعي. وبالتالي يجب على المصمم أن يتعرف على مستوى الضجيج المسموح به في الفراغات الداخلية المختلفة حتى يتمكن من تزويد الفراغ بالمواد الممتصة للضجيج مع تقليل مصادره حتى ينخفض مستوى الضجيج دون المستوى المسموح به .

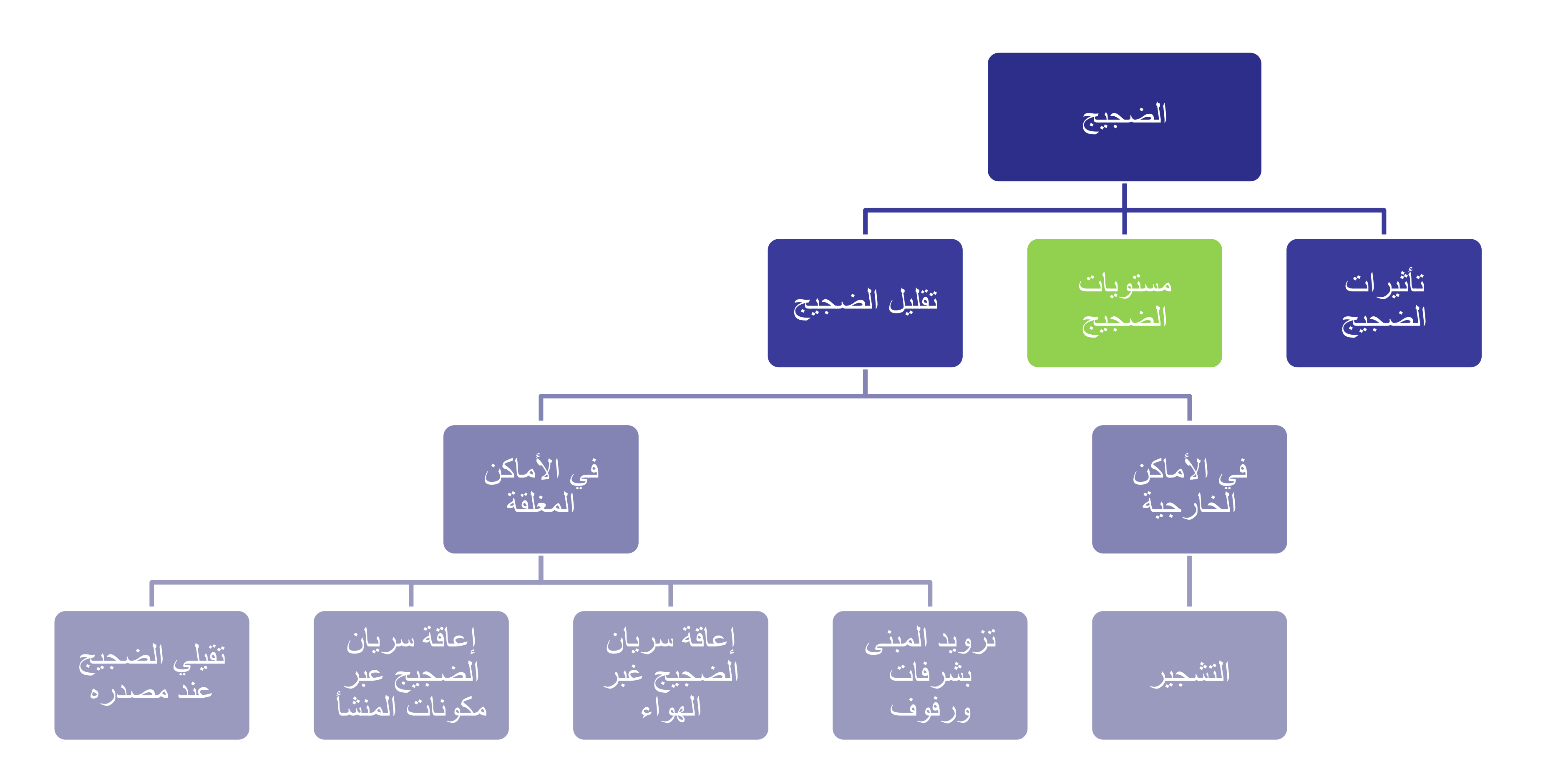
(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)

١٠٣٠١ تأثيرات الضجيج المختلفة[١]

تتنوع تأثيرات الضجيج سواء كانت هذه التأثيرات فيزيائية أو سيكولوجية أو نفسية أو عاطفية كذلك التأثيرات على انتاجية العمال المختلفة. ويعرف الضجيج بأنه هو الاصوات الغير مرغوبة او المناسيب الغير مرغوبة. ولكن الأصوات التي تكون غير مرغوبة لشخص معين، ربما تكون مرغوبة لشخص آخر. فكم نرى ونسمع بأشخاص يرفعون أصوات مكبرات الراديو طربًا إلى مستويات عالية جدًا، بينما هم يزعجون أشخاصًا آخرين.



(١) رزق نمر شعبان حماد - الهندسة الصوتية في العمارة - الجامعة الاردنية



الضجيج
تأثيرات الضجيج
مستويات الضجيج
تقليل الضجيج
في الأماكن الخارجية
في الأماكن المغلقة
التشجير
تزويد المبنى بشرفات ورفوف
إعاقة سريان الضجيج غبر الهواء
إعاقة سريان الضجيج عبر مكونات المنشأ
تقيلي الضجيج عند مصدره

٢٠٣٠١ مستويات الضجيج[١]

يعتبر الضجيج واحداً من أخطر أمراض العصر التي تؤثر على صحة الإنسان النفسية والعصبية ويسبب له الضيق والقلق مما يعتبر انتهاكاً لراحة الإنسان وحقه في التمتع بالهدوء، فإن هناك حدودًا دنيا لحد السمع أي أن الأصوات يجب أن تكون شدته في مستويات معينه حتى تسمع، و يسمى ذلك حد السمع.

تستطيع الاذن ان تسمع الأصوات على تردد ١٠٠٠ هيرتز عندما يكون منسوب ضغط الصوت يساوي صفرًا، فإنه لا تسمع الأصوات في تردد ١٠٠ هيرتز حتى يبلغ منسوب ضغطها ٢٥ ديسيبل و في التردد ٥٠ هيرتز اكثر من ٤٥ ديسيبل.

عندما يبلغ منسوب الضغط ١٣٠ ديسيبل يبدأ الانسان بالشعور بالألم على جميع الترددات تقريباً.

هذه النسب وضعت بشئ من التقريب فإن هذه المناسيب لها علاقة أيضًا بالزمن الذي تستمر فيه الأصوات. كما انه في وجود هذه الأصوات تصبح الحياة بشكل عام صعبة. فهنالك صعوبات في النوم و صعوبات في الحديث و صعوبات في الفهم و التركيز و الحفظ.

(١) رزق نمر شعبان حماد - الهندسة الصوتية في العمارة - الجامعة الاردنية

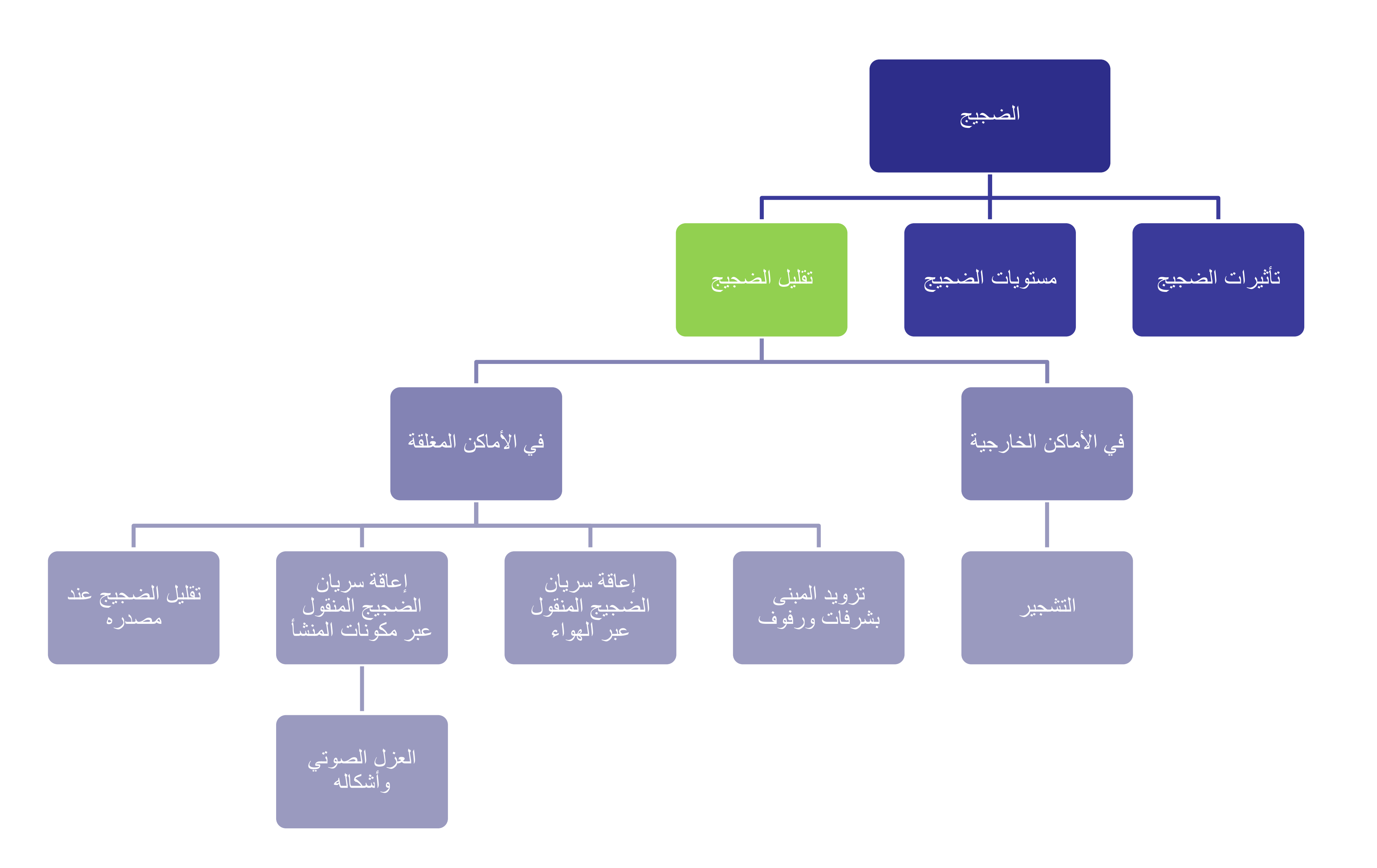
الحدود المسموح بها لشدة الصوت ومدة التعرض الآمن له[١]

شدة الصوت داخل أماكن العمل وداخل الأماكن المغلقة:

الجدول التالي يوضح الحد المسموح به لمنسوب شدة الضجيج داخل أماكن الأنشطة الإنتاجية

تحديد نوع المكان والنشاط	الحد الأقصى المسموح به لشدة الضجيج المكافئة ديسبل (A)
١- أماكن العمل ذات الوردية حتى٨ ساعات وبهدف الحد من مخاطر الضجيج على حاسة السمع.	٩٠
٢- أماكن العمل التي تستدعي سماع إشارات صوتية وحسن سماع الكلام.	٨٠
٣- حجرات العمل لمتابعة وقياس وضبط التشغيل وبمتطلبات عالية.	٦٥
٤- حجرات العمل لوحدات الحاسب الآلي أو الآلات الكاتبة أو ما شابه ذلك.	٧٠
٥- حجرات العمل للأنشطة التي تتطلب تركيز ذهني روتيني.	٦٠

(١) موقع الهندسة البيئيه www.4enveng.com



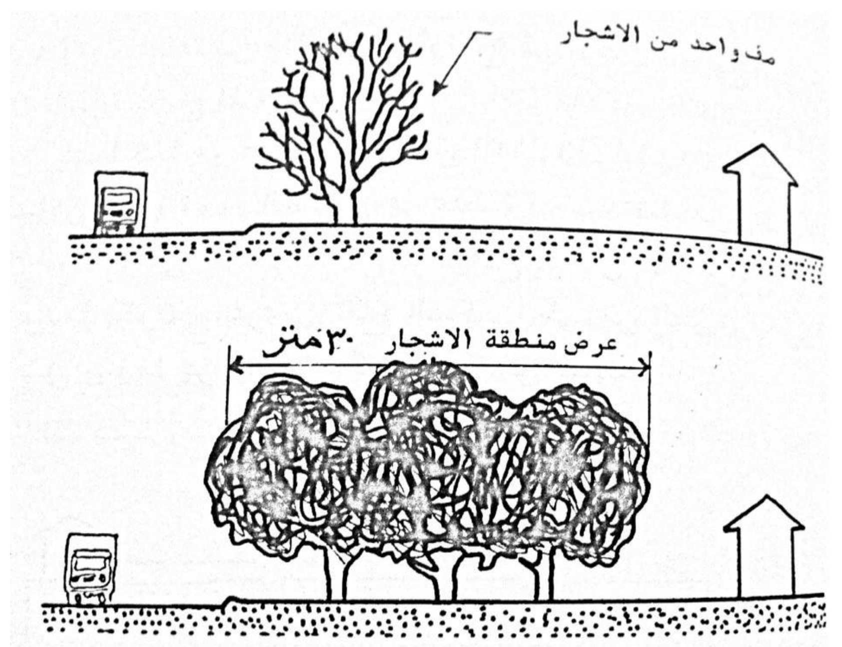
الضجيج
تأثيرات الضجيج
مستويات الضجيج
تقليل الضجيج
في الأماكن الخارجية
في الأماكن المغلقة
التشجير
تزويد المبنى بشرفات ورفوف
إعاقة سريان الضجيج المنقول عبر الهواء
إعاقة سريان الضجيج المنقول عبر مكونات المنشأ
تقليل الضجيج عند مصدره
العزل الصوتي وأشكاله

٣٠٥٠١ تقليل الضجيج[١]

أ- الأماكن الخارجية

المناطق الخضراء والأشجار وتأثيرها في تقليل منسوب الضجيج

المنتزهات والأشجار دعائم أساسية في تحسين البيئة ولها تأثير ايضًا على تقليل منسوب الضجيج ولكن بنسبة بسيطة إلا إذا كانت هناك أشجار كثيفة تزيد عن ٣٣ متر كما هو موضح في الشكل فإن تأثيرها على تخفيض منسوب مستوى الضجيج يكون حوالي ١٠ ديسبل أي بين ٨ إلى ١١ ديسبل في الترددات بين ١٢٥ و ٨٠٠٠ هيرتز



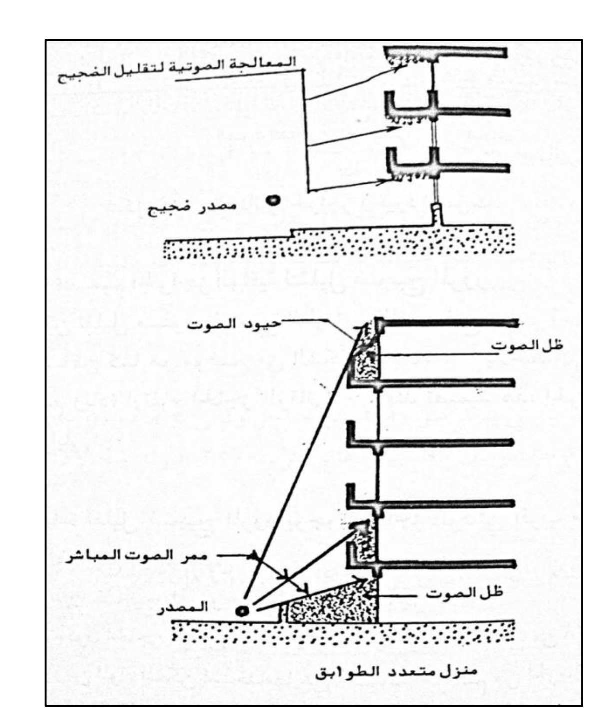
شكل (٢٦) تأثير المناطق الخضراء و الأشجار على منسوب الضجيج[١]

(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)

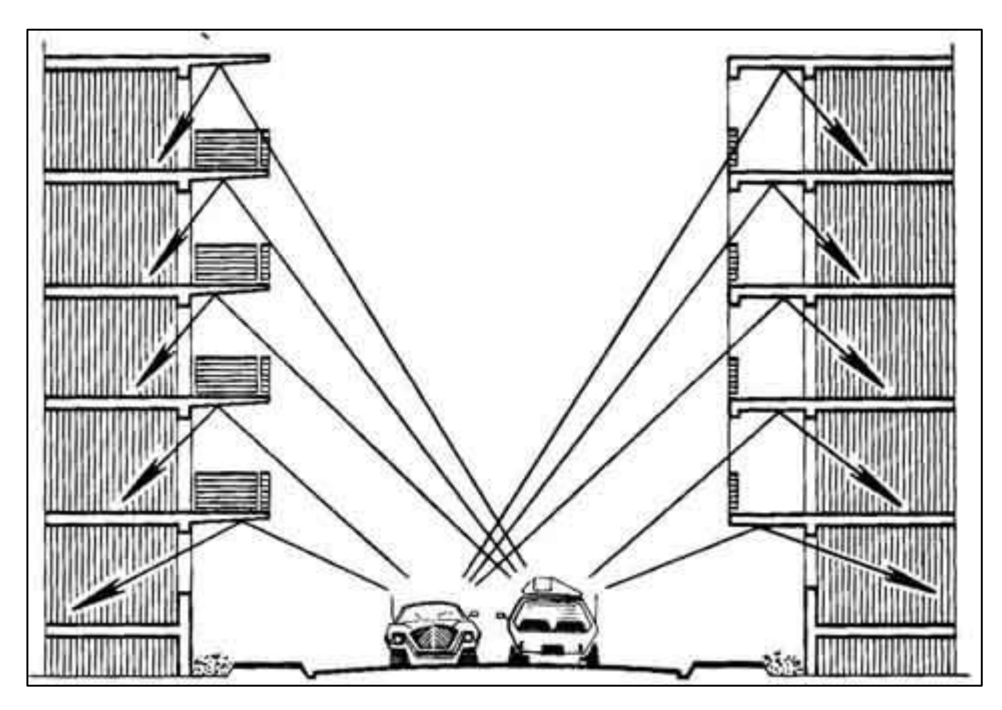
ب- في الأماكن المغلقة[١]

تزويد المباني بشرفات ورفوف (كابولي)

الشرفات المزودة برفوف (كابولي) تقلل من مستوى الضجيج الذي يصل داخل غرفة المبنى، وذلك لأن الحوائط الجانبية للنوافذ تحجب أو توهن من وصول الصوت. كما أن تزويد الرفوف فوق الشرفات بمواد ممتصة للصوت يزيد في تقليل منسوب الضجيج أيضا وفي هذه الحالة يكون من السهل تقليل منسوب الضجيج بحوالي ٥ إلى ١٠ ديسبل.



شكل (٢٧) :الشرفات تقلل من وصول الضجيج الخارجي[١]



شكل(٢٨) عدم معالجة الشرفات بمواد ماصة يؤدي إلى تسر الضجيج داخل المبنى[١]

(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)

إعاقة سريان الضجيج المنقول عبر الهواء[١]

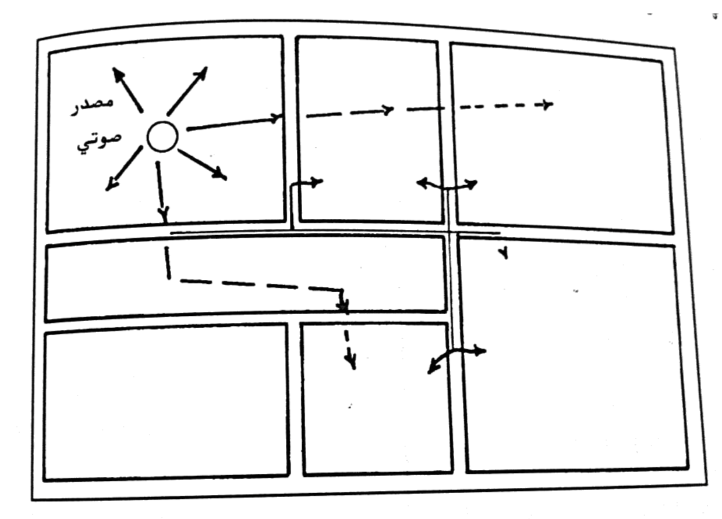
ينتقل الضجيج المحمول عن طريق الهواء من فراغ إلى آخر عن طريق الشقوق والفواصل غير المعزولة والفتحات الرفيعة بين الباب وإطاره وأيضًا عن طريق زجاج النوافذ والتوصيلات الكهربائية، كل ذلك يسمح بتسرب الضجيج من فراغ إلى آخر. الأمر الذي يؤكد ضرورة حسن اختيار النوافذ وإحكامها وربما يكون في بعض الأحيان من الأفضل إستخدام الزجاج المزدوج (Double Glazing) والتأكد من إحكام تثبيتها وعزلها . وكذلك الحال بالنسبة إلى الأبواب والاهتمام بإحكامها مع الإطار كما هو الحال في أبواب الثلاجات الكهربائية وذلك باستخدام الإطارات المطاطية واللفافات البلاستيكية. أما بالنسبة إلى مآخذ الكهرباء فيجب أن تكون معزولة ومحكمة وتجنب وضع المآخذ خلف بعضها على جانبي الحائط وذلك لتجنب تسرب الضجيج.

(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)

إعاقة سريان الضجيج المنقول عبر مكونات المنشأ[١]

مواد البناء	توهين الصوت: ديسبل / ٣٠ متر		
الحديد	٠,٣	إلى	١,٠
الطوب	٠,٥	إلى	٤,٠
الخرسانة	١,٠	إلى	٦,٠
الخشب	١,٥	إلى	١٠,٠

شكل (٢٩) توهين مواد البناء للصوت[١]



شكل (٣٠) انتقال الضجيج عبر المنشأ[١]

لا يقف انتقال الصوت من غرفة ما الى الغرف المجاورة ولكنه قد ينتقل ايضا إلى الغرف البعيدة سالكا طريقه عبر الكمرات والأعمدة وبلاط الاسقف يعتمد ذلك على نوعية التشييد والطوب المستخدم. ويمكن تقليل انتقال الضجيج بواسطة الامتصاص أو العزل.

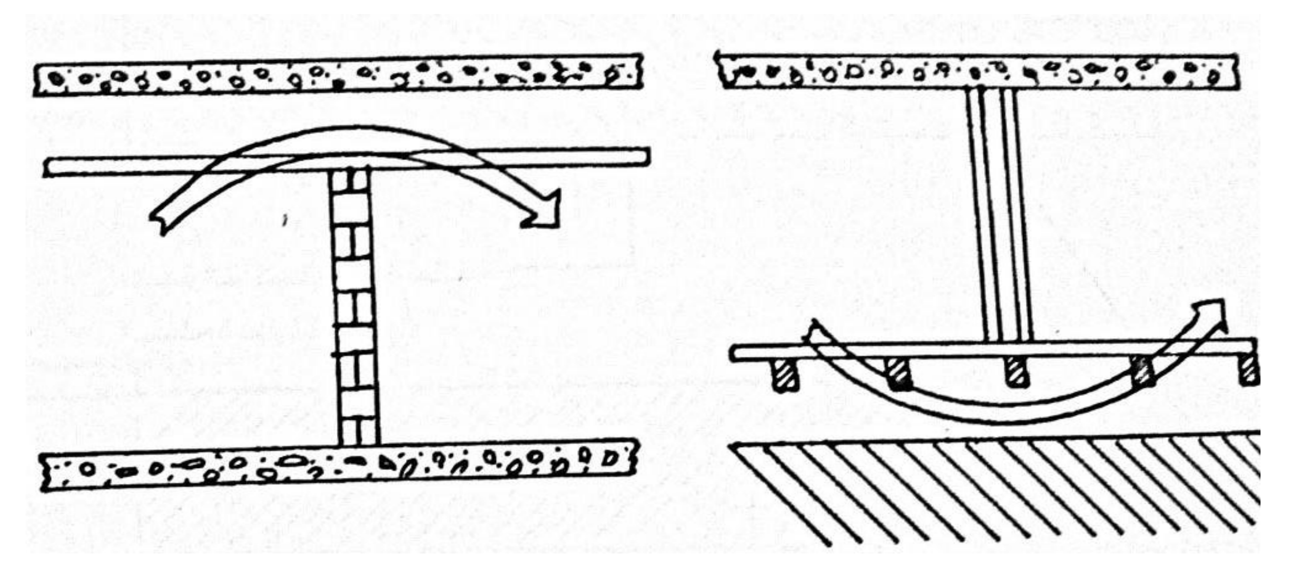
(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)

ولكن اولا **ما المقصود بالعزل الصوتي:**
هو التحكم بمستوى الضجيج الواصل من إحدى الفراغات إلى الفراغات الآخرى
ولا بد أن نميز بين العزل الصوتي والامتصاص فالامتصاص يهدف إلى التحكم بالترددات (انعكاس الصوت) داخل الفراغ وهذا يساعد قليلا في بعض الحالات ولكنه ليس بديلا للعزل الصوتي.
وهناك عدة مواد عازلة تستخدم للتقليل من الضجيج المنقول عبر المنشأ وعن طريق الأسطح المختلفة مثل الحوائط والأسقف والأرضيات.

(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)

تابع إعاقة سريان الضجيج المنقول عبر مكونات المنشأ[١]

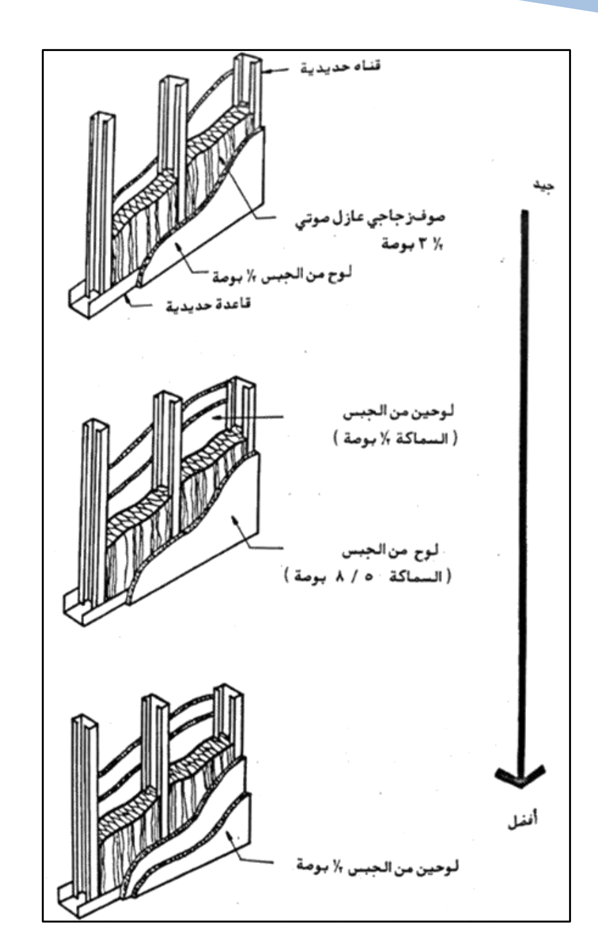
ويتم الاستفادة من فواصل التمدد وملئها بمواد ماصة للصوت أيضاً ذلك لمنع مرور الضجيج.
أما بالنسبة لمرور الضجيج عبر الأسقف المستعارة والأرضيات المزدوجة فيجب عزل الفراغ فوق الفواصل، وبقدر المستطاع نوصي باستعمال المواد الماصة للصوت بين القواطع وعلى الأسطح المختلفة والسجاد والموكيت والتثبيت المرن والأرض الطافية.
وفي بعض الأحيان تكون الحاجة إلى فراغات معزولة تماماً ولاسيما في استديوهات التسجيل وغرف الاجتماعات والعمليات المغلقة وغيرها.



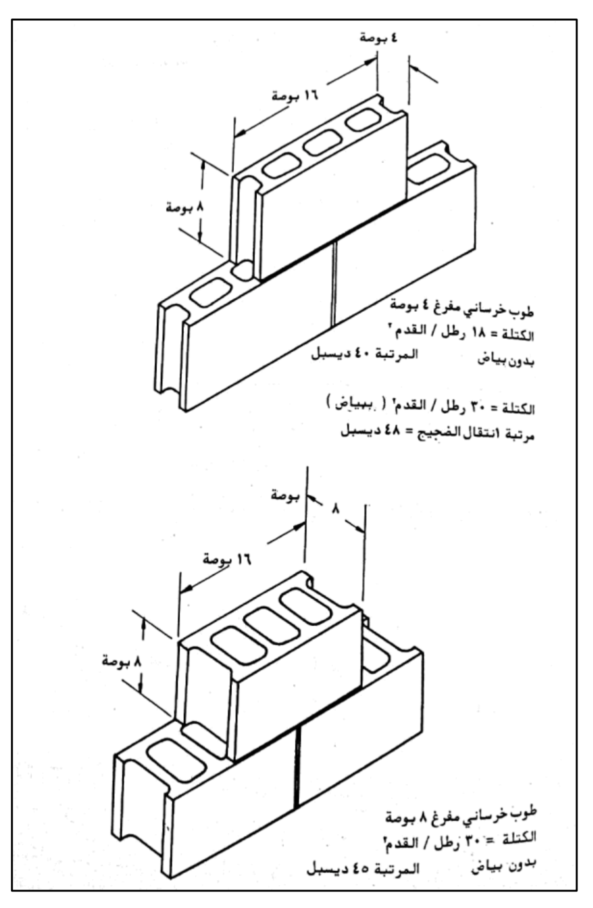
الشكل (٣١) مرور الضجيج عن طريق الأسقف المستعارة و الأرضية المزدوجة[١]

(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)

بعض المواد العازلة للصوت[١]



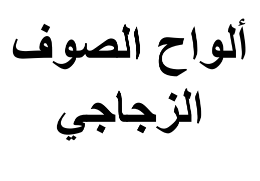
شكل (٣٢) القواطع المصنوعة من ألواح من الجبس تفصل بينها عوازل صوتية مختلفة جيدة في تقليل الصوت[١]



شكل (٣٣) الطوب المفرغ الخرساني موصل رديء للصوت[١]

(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)

تابع بعض المواد العازلة للصوت[١]



ألواح الصوف الزجاجي

يتكون اللوح من الصوف الزجاجي والوجه الآخر من ورق ألمونيوم مثقب يقوم بعملية امتصاص الصوت، ويمكن تركيبها في الحوائط والأرضيات والأسقف وتستخدم في المباني التجارية والصناعية الجديدة أو التي تحتاج لتجديد مستمر.





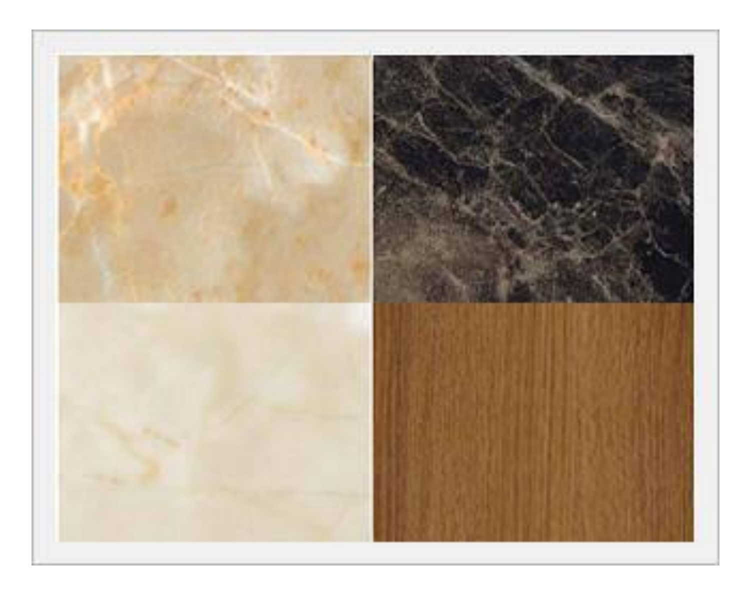
شكل(٣٤) ألواح الصوف الزجاجي[١]
Plate glass wool

(١) موقع عمران WWW.OMRAN.COM

تابع بعض المواد العازلة للصوت[١]



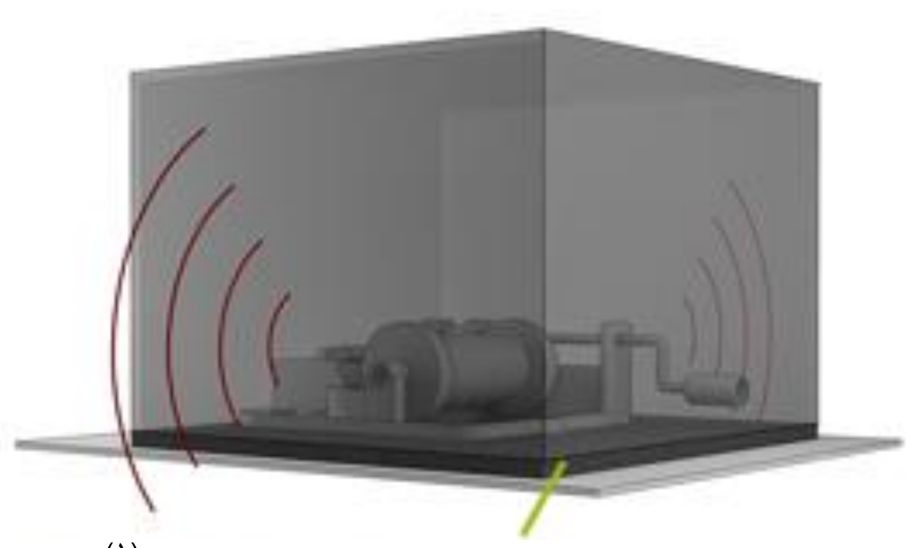
وهي بلاطات ممتصة للصوت من وجهين غالباً، وتكون محببة من الكوارتز الملون والملصق بالراتنج وتتميز بقدرتها على التحمل وسهولة التنظيف ولا يمكن تشويهها بالرسم عليها.



شكل(٣٥) وحدات جدارية عازلة للصوت[١]
Units soundproofed mural

تقليل الضجيج عند مصدره[١]

يتم تقليل الضجيج عند مصدره وذلك بعزل مصادر الضجيج مثل المحركات والمضخات وغيرها ويتم ذلك بتزويدها بقواعد منفصلة عن أرضية المبنى إذا كان ذلك ممكناً و تثبيتها على قاعدتها عن طريق العوازل والفواصل الصوتية التي تقلل وتمتص الاهتزازات.



شكل(٣٦) قاعدة عازلة لصوت المكائن وفاصل صوتي كبير[١]

(١) محمد عبدالفتاح عبيد-أسس تصميم صوتيات العمارة-النشر العلمي-جامعة الملك سعود-الرياض -(١٩٩٩)

المصدر: (١) www.bsw-schwingungstechnik.de